



REDEENERGIA

NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO
NTD-RE- 008

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE REDE DE
DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA

Cemat

DIRETORIA DE ENGENHARIA CORPORATIVA

1. OBJETIVO

Esta norma tem por objetivo principal, estabelecer procedimentos técnicos e critérios básicos necessários para a elaboração de projetos elétricos de redes trifásicas subterrâneas de distribuição.

Faz também parte do objetivo desta norma, a definição de detalhes construtivos básicos que deverão ser observados na execução de tais redes.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma aplica-se ao projeto e à construção de redes trifásicas subterrâneas de distribuição, na tensão nominal primária de 13,8 e nas tensões nominais secundárias de 380/220 V e 220/127 V, em condomínios fechados e loteamentos, dentro da área de concessão das Centrais Elétricas Matogrossenses S.A – CEMAT.

Como regra, o padrão da CEMAT para construção de redes elétricas em condomínios fechados e loteamentos, é a rede de distribuição aérea. A critério da concessionária, nesses empreendimentos poderá ser aprovada, como padrão alternativo, a rede subterrânea.

Obs. A tensão secundária 380/220 V se aplica apenas para a cidade de Barra do Garças -MT.

3. RESPONSABILIDADE QUANTO AO CUMPRIMENTO

Cabe às áreas responsáveis pelo projeto, construção, operação, manutenção e fiscalização de redes de distribuição da concessionária, zelar pelo cumprimento das prescrições contidas nesta norma.

4. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta norma, como forma de complementação de informações, poderá tornar-se necessário consultar os seguintes documentos:

NBR-5437 – Bucha para transformadores sem conservador de óleo;

NBR-6251 – Cabos de potência com isolamento sólida extrudada para tensões de 1 a 35 kV;

NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados – Padronização;

NBR-7211 – Agregado para concreto;

NBR-7310 – Transporte, armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos;

NBR-9369 – Transformadores subterrâneos- características elétricas e mecânicas;

NBR-9511 – Cabos elétricos – raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento;

NBR-11137 – Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos;

NBR-11835 – Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 a 35 kV;

NBR- 13.898 – Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metroferroviário;

NBR 10160 – Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – Requisitos e métodos de ensaios;

NBR 15715 – Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infra-estrutura de cabos de energia e telecomunicações – requisitos;

5. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Sistema de distribuição

É a parte do sistema de potência destinado ao transporte de energia elétrica a partir do barramento secundário de uma subestação de distribuição (onde termina a subtransmissão), até o ponto de entrega da unidade consumidora.

Circuito primário subterrâneo

Parte da rede subterrânea, constituída de cabos isolados, que alimentam os transformadores de distribuição da concessionária e/ou de consumidores.

Circuito secundário subterrâneo

Parte da rede subterrânea constituída de cabos isolados que, a partir dos transformadores de distribuição, conduzem energia aos pontos de consumo.

Ramal de entrada secundário subterrâneo

São os condutores e acessórios compreendidos entre o ponto de derivação no circuito secundário e a medição.

Ramal de entrada primário subterrâneo

São os condutores e acessórios compreendidos entre o ponto de derivação no circuito primário e a medição.

Poste de transição

Poste a partir do qual são derivados os circuitos subterrâneos primários ou secundários.

Transformador em pedestal

Transformador selado, para utilização ao tempo, fixado sobre uma base de concreto, com compartimentos blindados para conexão de cabos de média e de baixa tensão.

Quadro de distribuição em pedestal (QDP)

Conjunto de dispositivos elétricos (chaves, barramentos, isoladores e outros), montados em uma caixa metálica ou de fibra de vidro com poliuretano injetado, destinados à operação (manobra e proteção) de circuitos secundários (entradas de serviço).

Unidade consumidora

Nos edifícios é considerado como unidade consumidora, cada apartamento, individualizado pela respectiva medição de energia, enquanto na parte térrea, cada lote constitui uma unidade.

Ponto de entrega

O ponto de entrega de energia nas redes de distribuição subterrâneas, em condomínios residenciais, será no ponto de conexão da derivação da rede secundária, com o ramal de entrada do cliente, interno à caixa de passagem.

Limite de propriedade

São as demarcações que separam a propriedade do consumidor da via pública e dos terrenos adjacentes de propriedade de terceiros no alinhamento designado pelos poderes públicos.

Loteamento

Subdivisão de gleba em lotes destinados a edificações com aberturas de novas vias de circulação de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação de vias existentes.

Loteamento edificado

Loteamentos com todos os serviços de infra-estrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) e residências construídas. (Nota: os loteamentos edificados são colocados à venda para ocupações imediatas das residências).

Loteamento não edificado

Loteamentos somente com os serviços de infra-estrutura (água, energia elétrica, telefone, pavimentação e outros) construídos. Nota: nos loteamentos não edificados são colocados a venda lotes, sendo de responsabilidade dos compradores as futuras construções das residências e as ligações dos serviços de infra-estrutura.

Carga instalada

É a soma das potências nominais em kW das cargas a serem ligadas ao sistema considerado.

Demanda

É a potência, em kVA ou em kW, requisitada por determinada carga instalada. Normalmente se considera a potência média de um intervalo de 15 minutos.

Demanda máxima

É a maior de todas as demandas registradas ou ocorridas durante um período de tempo definido (um dia, uma semana, um ano, etc).

Fator de demanda

É a relação entre a demanda máxima e a carga instalada, ambas tomadas na mesma unidade.

Fator de carga

É a relação entre a demanda média obtida com base no consumo e a demanda máxima de potência durante um período de tempo.

Fator de diversidade

É a relação entre a soma das demandas máximas individuais de um determinado grupo de consumidores e

a demanda máxima real total desse mesmo grupo. É também a relação entre a demanda máxima de um consumidor e a sua demanda diversificada.

Fator de coincidência

É a relação entre a demanda máxima real total de um determinado grupo de consumidores e a soma das demandas máximas individuais desse mesmo grupo. É também a relação entre a demanda diversificada de um consumidor e sua demanda máxima.

Fator de potência

É a razão da energia ativa para a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias ativa e reativa, num intervalo de tempo especificado.

kVAs

Função matemática (kWh-kVA) que permite conhecer, para o processamento dos cálculos elétricos de rede de distribuição, a demanda a partir dos consumos de faturamento.

Carregamento de transformador

Relação porcentual entre a demanda de um transformador e a potência nominal do mesmo.

Queda de tensão balanceada

Queda de tensão calculada para a condição ideal em que a carga do circuito é distribuída igualmente entre as fases existentes, expressa em porcentagem de tensão nominal.

Caixa de inspeção

Construção de concreto, destinada a alojar acessórios (emendas retas e de derivações) e equipamentos (chaves, indicadores de defeito), assim como possibilitar a passagem de cabos (mudança de direção, limitação de trechos, fins de linhas, etc), cujas dimensões permitam locomoção de pessoas, internamente a mesma, para execução dos serviços.

Caixa de passagem

Construção de concreto ou alvenaria, destinada a alojar acessórios (emendas retas e de derivações) assim como possibilitar a passagem de cabos (mudança de direção, limitação de trechos, fins de linhas, etc), cujas dimensões internas impliquem em necessidade de espaço externo a mesma para execução dos serviços (retirada do tampão de concreto / ferro instalado sobre a mesma). Nota: caixas de passagem podem ser utilizadas nas redes primárias e / ou secundárias.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS**6.1 - Instalações dos consumidores**

As instalações dos consumidores (entrada de serviço dos consumidores), deverão estar de acordo com as os padrões de entrada de serviço previstos nas normas técnicas de fornecimento de energia elétrica em média e em baixa tensão da concessionária.

6.2 - Tensões admissíveis nos pontos de entrega – (tabela 01)

Tabela 01

Rede de distribuição	Tensão (V)		
	Nominal	Mínima	Máxima
Primária	13.800	12.834	14.490
Secundária	380/220	348/201	396/231
	220/127	201/116	231/133

6.3 - Medição centralizada em condomínios fechados

A medição poderá ser centralizada na portaria do condomínio, desde que solicitada pelo empreendedor. Neste caso, os medidores instalados nas unidades consumidoras deverão ser capazes de transmitir os dados de consumo para um ponto situado na portaria, de onde os leituristas da concessionária farão a leitura, sem precisar adentrar ao condomínio.

Os custos adicionais decorrentes desse tipo de medição, tais como medidores, cabos, dutos, etc, são de responsabilidade do empreendedor.

6.4 – Compartilhamento de vala

No projeto da obra e na construção civil, não serão aceitos compartilhamentos de valas por onde passam os dutos da rede de distribuição subterrânea (primária, secundária e duto de reserva) com outros dutos de outras empresas prestadoras de serviço (TV a cabo, comunicação, telefonia, gás, água, esgoto, iluminação, etc)

6.4 – Construção por etapas

Não serão permitidas construções da rede elétrica por etapas, ou seja, é apresentado um projeto único para o qual o empreendedor constrói frações/etapas/trechos dele, e à medida da conclusão dessas etapas, vai solicitando sua ligação. Tal situação não será permitida.

Observação – caso o projeto apresentado faça parte de um empreendimento maior, para o qual posteriormente serão desenvolvidos vários projetos subseqüentes, o interessado deverá apresentar:

- Planta com a concepção dos circuitos primários (anteprojeto primário) para alimentação de todo o empreendimento e a estimativa de carga correspondente;
- Memorial descritivo, projeto elétrico e civil para cada futuro projeto a ser implantado e cujas obras civis, referente à rede elétrica, deverão ser iniciadas em período não superior a 180 dias.

6.4 – Iluminação externa

A rede de iluminação externa (vias de circulação de pessoal e/ou veículos, praças, etc) deve ser projetada, construída e mantida pelo loteador / incorporador, que para tanto poderá utilizar padrões construtivos e materiais que atendam os seus objetivos, sem necessidade de seguir a padronização da Concessionária.

Nestes casos, o loteador/empreendedor será responsável pelo consumo de energia que poderá ser medido através de medição(ões) específica(s) ou incluído no condomínio (medição do condomínio).

Os circuitos da iluminação externa deverão usar dutos específicos para essa finalidade.

7. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Para efeito de análise e liberação pela CEMAT, o projeto da rede subterrânea, para atendimento a empreendimentos particulares, deverá apresentar a seguinte documentação:

Observação. Antes da elaboração do projeto, o interessado deverá solicitar à concessionária quais são as tensões de distribuição padronizadas no município/local onde se fará o empreendimento.

7.1 - Correspondência do empreendedor

O empreendedor deve enviar correspondência contendo as seguintes informações:

- Proprietário – nome, responsável, CNPJ, inscrição estadual, e-mail, telefone;
- Empresa contratada para execução do projeto – nome, responsável, endereço, e-mail, telefone, fax;
- Áreas do empreendimento – área total, área total dos lotes, áreas comuns, áreas verdes, etc);
- Nº de lotes do empreendimento;
- Datas previstas para início das obras de terraplanagem e da rede de distribuição, data para início das vendas e para término do empreendimento;

Observação – Nos casos em que, para possibilitar a interligação da rede subterrânea do empreendimento, seja necessário incorporar linha ou rede particular e, para que a concessionária possa fazer isso, deverá o empreendedor apresentar uma carta na qual fique expressa a sua intenção de doação para incorporação.

Para efetivação da incorporação pela concessionária, as instalações dessas linhas ou redes particulares deverão ser, elétrica e mecanicamente, regularizadas, às expensas dos interessados.

7.2 - Correspondência da empresa responsável pelo projeto

- A empresa responsável pelo projeto deverá enviar correspondência com as seguintes informações:
- Informações sobre a empresa – Nome completo, endereço, certidão do CREA, CNPJ, inscrição estadual, telefone, e-mail, fax;
- Dados do responsável técnico – nome completo, endereço, nº de registro no CREA, telefones para contatos, e-mail, fax.

7.3 - Planta planialtimétrica e projeto urbanístico

Deve ser apresentada uma planta planialtimétrica do loteamento, aprovada pela prefeitura, com localização do empreendimento dentro do município a que pertence, em escala adequada, indicando as vias públicas adjacentes, a divisão dos lotes, arruamento, praças e largura das calçadas.

Quando o empreendimento se localizar em área urbana, deve ser apresentado o projeto urbanístico aprovado pela prefeitura municipal da localidade.

7.4 - Autorização de poda ou abate de árvores

Deve ser apresentada a autorização, emitida pelo órgão público competente, para o desmatamento, poda ou abate de árvores na área do empreendimento.

7.5 - Registro do empreendimento

Deve ser apresentada a documentação que comprove o registro do empreendimento na cartório de registros de imóveis da localidade.

7.6 - Memorial descritivo

O projeto deverá conter memorial descritivo abordando as seguintes informações:

- Nome e endereço do empreendimento;
- Firma responsável pelo projeto;
- Descrição básica do empreendimento: área total, tipo de empreendimento (edificado/não edificado), nº de residências/lotes, área das residências/lotes, lançamento das vendas;
- Datas previstas para início das obras e energização da rede;
- Características das obras a serem feitas nas áreas comuns (clubes, áreas de recreação, administração, iluminação externa, bombas de recalque) e a relação das cargas correspondentes;
- Estimativas das cargas para dimensionamento da rede;
- Cálculos elétricos – cargas/seções dos cabos, cargas/capacidade nominal dos transformadores, chaves e fusíveis dos quadros de distribuição em pedestal, queda de tensão nos circuitos; etc;
- Outros serviços (água, esgoto, telefone, TV a cabo, etc);
- Descrição básica dos materiais e equipamentos a serem utilizados, bem como a relação e a quantidade dos mesmos;
- Cópia autenticada da ART correspondente ao projeto da rede de distribuição subterrânea e cópia autenticada da carteira de registro no CREA do(s) profissional(is) técnico(s) e da firma responsável pelo projeto.

7.7 - Projeto básico da rede secundária

O projeto básico da rede secundária deve indicar:

- Ramal de entrada – quantidade e seção dos condutores (fases + neutro) – caso o projeto se refira a loteamentos com edificações já definidas;
- Circuitos secundários – quantidade, tipo e localização de cabos e acessórios (derivações, emendas e outros);
- Quadros de distribuição em pedestal – modelo, quantidade e capacidade das chaves e dos fusíveis NH;
- Transformadores de distribuição – tipo, localização e potências nominais;
- Diagrama unifilar, por transformador, com identificação e potência do transformador, tipo, chaves e fusíveis dos quadros de distribuição em pedestal, cabos (quantidade, seções e comprimento) e consumidores (identificação).

7.8 - Projeto básico da rede primária

O projeto básico da rede primária deve indicar:

- Poste de transição – localização e características do poste a partir do qual se fará a derivação da rede subterrânea;
- Transformadores de distribuição – localização e potências nominais;
- Circuitos e ramais de entrada primários – seções e localização dos cabos, identificação e localização dos acessórios (desconectáveis, emendas retas, terminais, indicadores de defeito, pára-raios, chaves fusíveis, etc);
- Diagrama unifilar com postes de transição (identificação, chave NA ou NF), cabos (quantidade, seção e comprimento) e transformadores (identificação e potência).

7.9 - Projeto básico das obras civis

O projeto básico das obras civis devem indicar e identificar:

- Postes de transição;
- Canalizações subterrâneas;
- Caixas de inspeção;
- Caixas de passagem;
- Bases do(s) transformador(s) e do(s) quadro(s) de distribuição em pedestal.

7.10 - Plantas básicas

7.10.1 - Os projetos básicos da rede primária, secundária e das obras civis, devem ser desenvolvidos sobre uma mesma planta básica na escala 1:500.

Os detalhes das bases dos transformadores, quadros de distribuição em pedestal, caixas de inspeção, caixas de passagem e outros detalhes relativos às obras civis, devem ser apresentados na escala 1:50.

Para os detalhes da seção transversal de linha de dutos (perfil e profundidade), deve ser usada a escala 1:20.

7.10.2 – Para loteamentos com área superior a 500.000 m² e com lotes com área superior a 1.000 m², os projetos podem ser elaborados na escala 1:1000.

7.10.3 – As plantas básicas devem ser feitas em folhas de tamanho padrão A0 ou menor e conter:

- Logradouros públicos (ruas, praças, calçadas, canteiros centrais, ilhas e outros), rodovias e ferrovias;

- Dimensões dos lotes;
- Túneis, pontes e viadutos;
- Situação física da rua;
- Acidentes topográficos e obstáculos mais destacados que possam influenciar na escolha do melhor traçado;
- Divisa de municípios e estados (quando aplicável);
- Indicação das linhas de transmissão e das redes particulares adjacentes com as respectivas tensões nominais.

7.10.4 – Os projetos da rede primária, secundária e civil devem ser feitos em plantas exclusivas, e devem ser enviados em 3 (três) vias à Concessionária. Esses projetos também devem ser fornecidos em meio digital (AutoCad – extensão dwg).

7.10.5 – Geo-referenciamento - Os projetos deverão ser geo-referenciados em coordenada UTM, devendo contemplar o poste de transição da rede aérea para a rede subterrânea, todos os transformadores, caixas de passagem e armários de pedestal instalados no empreendimento.

Os projetos deverão ser apresentados na mesma base cartográfica.

7.10.6 – Simbologia - a representação gráfica deverá estar em conformidade com a simbologia mostrada no ANEXO A

7.10.7 – Todas as plantas devem ser identificadas, ter nº do CREA e assinatura do responsável técnico que consta da ART correspondente.

8. PROJETO E CONSTRUÇÃO – CRITÉRIOS DE PROJETO , DETALHES CONSTRUTIVOS E CARACTERÍSTICAS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

8.1 – Instruções gerais

8.1.1 - A configuração do projeto elétrico básico da rede primária, secundária e do projeto civil, deve ser definida considerando:

- Cargas previstas para um período mínimo de 10 (dez) anos;
- Flexibilidade para atendimento de eventuais cargas superiores às previstas sem necessidade de substituição de materiais ou de execução de escavações em vias de circulação de veículos.

Observações:

A flexibilidade de atendimento pode ser obtida considerando-se, por exemplo, trechos adicionais de dutos estrategicamente localizados.

Após a implantação do projeto, poderá ser necessário alimentar cargas atípicas não previstas no projeto sendo que, nestes casos, obras civis adicionais poderão ser executadas.

8.1.2 – Materias

Todos os materiais previstos nos projetos e construção, devem ser de fornecedores tradicionais, estar de acordo com os documentos específicos de cada material e em conformidade com as indicações contidas nesta norma.

8.1.3 – Rede primária subterrânea

A rede subterrânea de média tensão deverá do tipo radial, podendo ser na configuração com ou sem recurso. (Ver desenhos 30, 31, 32).

8.1.4 – Rede de distribuição mista

O empreendedor poderá optar pela implantação de uma rede de distribuição mista, constituída de circuitos de média tensão aéreos com rede compacta e cabos protegidos, com transformadores em postes e circuitos de baixa tensão em rede subterrânea. Cada transformador deverá alimentar apenas um quadro de distribuição em pedestal – QDP.

8.1.5 – Raios de curvatura mínimos dos cabos

Nas instalações de cabos devem ser considerados os raios de curvatura mínimos admissíveis que estão indicados na *tabela 02* a seguir, e que são especificados pela NBR-9511. Sempre que possível, como medida de segurança, é aconselhável considerar um aumento de 20% nos raios de curvaturas estabelecidos na tabela 02 seguinte.

Tabela 02 - Raios de curvatura mínimos dos condutores				
Espessura (Isolação + cobertura) (mm)		Diâmetro Externo do Cabo - DE(mm)		
Superior à	Inferior ou igual à	DE ≤25	25 < DE ≤50	DE > 50
-	4	4 x DE	5 x DE	6 x DE
4	8	5 x DE	6 x DE	7 x DE
8	-	-	7 x DE	8 x DE

Notas:

- 1) No caso de cabo multiplexado, deve ser considerado como diâmetro externo do cabo o diâmetro sobre a reunião das veias.
- 2) Para cabos blindados com coroas de fios individual ou coletiva, combinadas ou não com fita metálica descontínua, os raios mínimos de curvatura são os estabelecidos na *tabela 02*, respeitado o limite mínimo de 7 vezes o diâmetro externo do cabo.

8.2 – Obras civis

8.2.1 – Valas

8.2.1.a – Escavação das valas

- As escavações em regiões urbanas devem ser cercadas e sinalizadas com cartazes de advertência. Durante a noite devem ser sinalizadas com sinais luminosos.
- A escavação poderá ser mecanizada ou manual.
- O fundo das valas deve ser isento de pedras soltas, detritos orgânicos, etc, e apresentar-se perfeitamente plano e horizontal, e deve ser abundantemente molhado a fim de se localizar possíveis elementos estranhos (raízes, formigueiros, etc.) não aflorados que se mostrarão após a colocação da água e o apiloamento. Todas as escavações devem ser feitas a seco.
- As valas devem escavadas de forma a permitir que as linhas de dutos possam ser construídas com inclinação mínima de 1 % em direção às caixas, de modo a impedir o acúmulo de água dentro dos dutos.
- A escavação das valas deve ser iniciada após concluída a escavação das caixas de passagem.

8.2.1.b – Escoramento da valas

- Escavações com até 1,5 m de profundidade, em geral, não requerem maiores cuidados com a segurança das paredes verticais, desde que as condições de vizinhança e o tipo de solo permitam.
- Escavações com mais de 1,5 m de profundidade, em geral, devem ser protegidas com taludes ou escoramento.
- A definição sobre a utilização ou não de escoramento é de total responsabilidade da empresa que executa a obra.

8.2.1.c – Apiloamento do fundo das valas

- O fundo das valas deve ser apiloado de modo a produzir uma superfície plana e nivelada, isenta de partículas de solo soltas.

8.2.1.d – Reaterro das valas

- O reaterro pode ser feito com a própria terra retirada da vala, desde que o mesmo esteja isenta de materiais que possam danificar os eletrodutos quando da compactação, devendo estar livre de raízes, materiais orgânicos e lixo.
- Nos locais onde houver tráfego de veículos, após a compactação devem ser realizados testes para verificar o grau de compactação e de umidade do material usado para o reaterro, antes de se proceder a pavimentação da via.
- Dutos envelopados de concreto - Depois de decorridas, no mínimo, 24 horas do término da concretagem (lançamento e vibração), pode ser iniciado o reaterro das valas, que deverá ser feito em sucessivas camadas de 20 cm de espessura. O material usado no reaterro deve ser umedecido e apiloado com o uso de compactadores mecânicos.
- Dutos corrugados de PEAD diretamente enterrados no solo – As camadas intermediárias entre os dutos devem ser compactadas manualmente com recobrimento de terra ou areia, tomando-se o cuidado para que todos os espaços vazios sejam preenchido. Se a terra estiver excessivamente seca, umedecê-la suficientemente a fim de permitir uma compactação adequada. Este processo consiste no lançamento de água a cada camada de dutos e deve ser efetuado com cuidados especiais para não provocar o escoamento da terra ou flutuação da linha de dutos.
- A compactação do solo acima da última camada de dutos deve ser feita em camadas de no máximo 20 cm de espessura.

8.2.2 – Dutos

8.2.2.a – Profundidade de instalação

Os dutos devem ser instalados nos passeios/calçadas considerando uma profundidade mínima de 600mm. Quando for necessário a instalação de dutos para travessias de vias de circulação de veículos deve ser considerada profundidade mínima de 800mm. Exceção se faz quanto ao ramal de entrada em baixa tensão do consumidor, que pode ser instalado, mesmo em travessias de vias de circulação de veículos, à 600 mm de profundidade.

8.2.2.b - Cada circuito secundário (4 condutores , 3 fases + neutro) deve ser instalado em duto exclusivo.

8.2.2.c – Diâmetro nominal dos dutos para a rede primária – MT

Tabela 03 - Dutos para a rede de média tensão (1)	
3 condutores de 35 mm ²	Diâmetro nominal - 90 mm (2)
3 condutores de 70 mm ²	Diâmetro nominal - 110 mm (2)
3 condutores de 150 a 400 mm ²	Diâmetro nominal - 160 mm (2)

Notas:

1 - A soma das áreas totais dos condutores contidos no eletroduto, não deverá ser superior a 40% da área útil do eletroduto.

2 – Considerou-se a possibilidade de recondutoramento com cabo de bitola padronizada imediatamente superior.

8.2.2.d – Afastamento mínimo.

A distância mínima, medida na horizontal, entre o banco de dutos da rede de energia elétrica e outros bancos de dutos de outras infraestruturas (telefonia, comunicação, água, gás e outros), não deve ser inferior a 300 mm.

8.2.2.e – Duto de reserva

Em uma linha de dutos devem ser previstos dutos de reserva na proporção mínima de 3:1, isto é, a cada 3 dutos ocupados deve ser projetado um duto reserva.

8.2.2.f – As linhas de duto da rede de baixa tensão e da rede de média tensão não poderão ser construídas no mesmo banco de dutos, isto é, não poderão estar dispostas no mesmo sentido vertical. Devem ser construídas lado a lado.

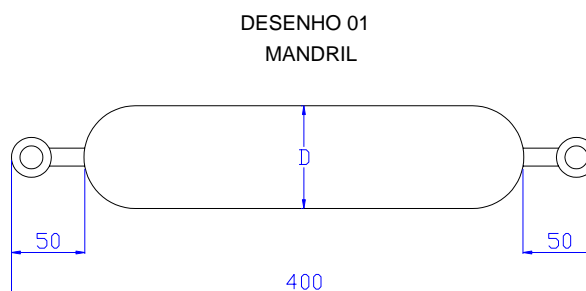
8.2.2.g – Lançamento dos dutos

- Somente deverá ser iniciado o lançamento e assentamento dos dutos após a escavação total da vala no trecho projetado, de maneira que seja mantido o alinhamento entre a saída e chegada dos dutos.
- No início da vala deve ser colocado um cavalete com roletes para suportar os rolos de dutos de PEAD, de modo a permitir que os mesmos sejam desenrolados e puxados por corda amarrada em sua extremidade.
- Durante o processo de instalação dos dutos, os mesmos devem estar tamponados.

8.2.2.h – Mandrilamento dos dutos

- Após o término da instalação dos dutos, um mandril deve ser passado pelo interior deles a fim de verificar a existência de possíveis obstruções provocadas por corpos externos e curvas fora da especificação.
- Os mandris podem ser de aço ou alumínio e devem ter as dimensões mostradas na tabela 04 e no desenho 01 a seguir.
- Se for encontrada dificuldade para a passagem do mandril, uma série de escovas de aço devem ser passadas em cada direção.
- Se o duto estiver parcialmente obstruído, por lama, terra ou detritos, ele deve ser totalmente limpo.
- Após a passagem do mandril e limpeza dos dutos de PEAD, neles deve ser introduzido, e lá deixado, um fio guia de aço. Após isso, os dutos devem ser tamponados com tampões rosqueáveis.

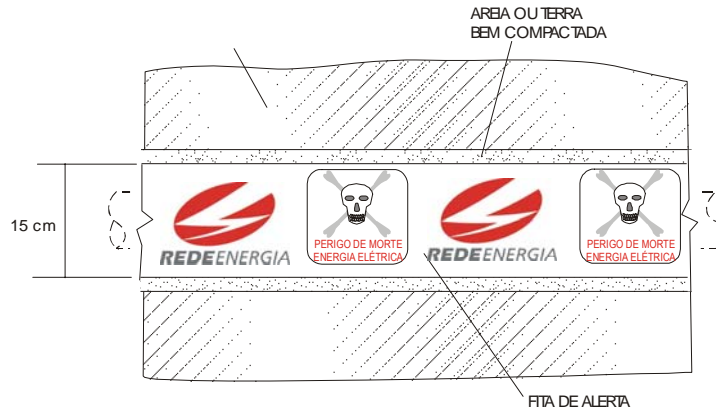
Tabela 04 - Duto corrugado de PEAD	
Diâmetro nominal do duto (mm)	Diâmetro do Mandril (mm)
63	37
90	60
110	75
160	108



8.2.2.i – Fita de alerta

A fim de evitar danos à rede e acidentes com choque elétrico, que poderão advir de escavações do terreno, os dutos deverão ser identificados com uma fita de alerta de polietileno de baixa densidade, colocada a 200 mm abaixo da superfície do solo sobre os dutos, como ilustrado no desenho 02, a seguir

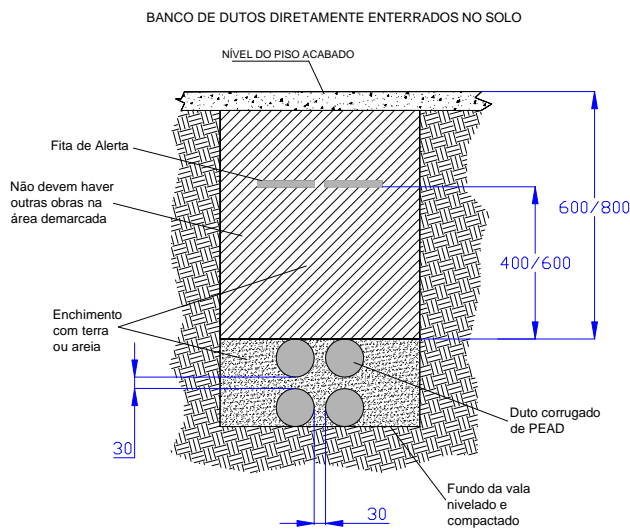
DESENHO 02



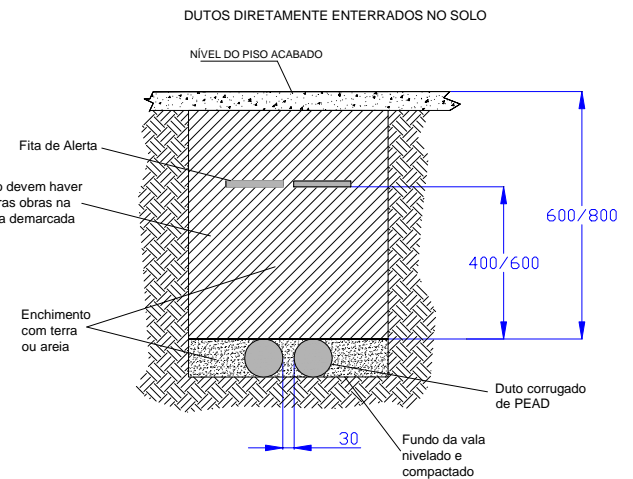
8.2.2.j – Espaçamento entre dutos

Os dutos entre si devem manter um espaçamento mínimo de 30 mm. Em banco de dutos envelopados de concreto deve ser mantida uma espessura de 80 mm entre a superfície dos dutos e a parte externa do concreto. Ver desenho 05 a seguir

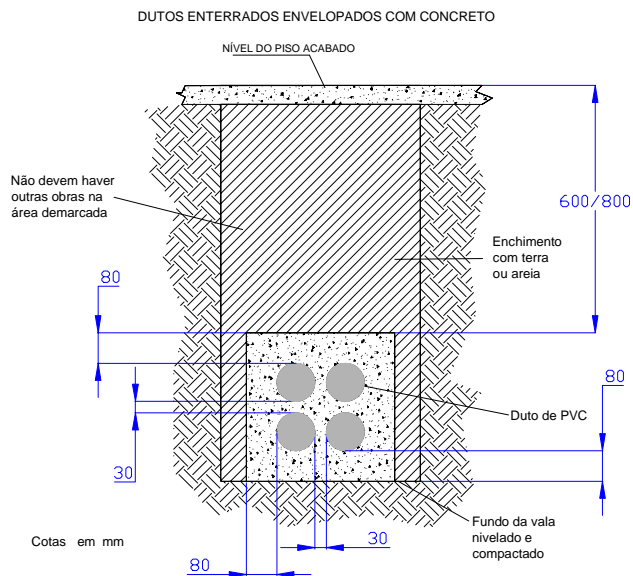
DESENHO 03



DESENHO 04



DESENHO 05



8.2.2.k – Extremidade dos dutos

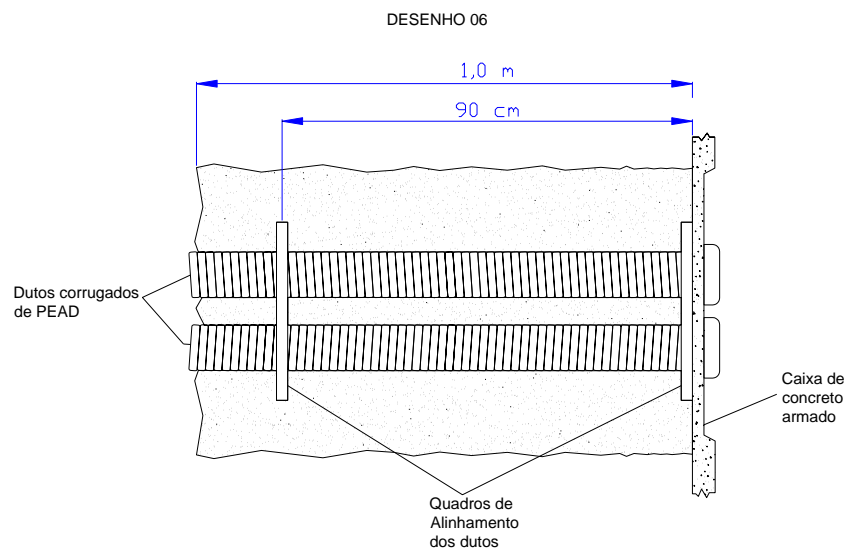
Nas extremidades dos dutos devem ser instalados:

- Duto de PEAD - Tampões rosqueáveis que poderão ser cortados quando do lançamento dos cabos;
- Dutos de PVC - Bocal na forma de sino.

Observação – Após o lançamento dos condutores nos dutos, os espaços vazios ainda existentes na entrada do duto, devem ser preenchidos com massa calafetadora, ou outro meio removível, que impeça a penetração de água, insetos e pequenos animais no interior dos dutos.

Nas entradas das caixas de passagem, recomenda-se a utilização de dois quadros envolvidos por concreto a fim de fazer com que os dutos fiquem em paralelo um com o(s) outro(s), conforme mostrado na desenho 06 a seguir.

A camada de concreto que envolve os quadros de alinhamento dos dutos, como acima citado, não tem função estrutural podendo então ser substituída por terra ou areia devidamente compactada.



8.2.2.l – Dutos para o circuito de média tensão

Para os circuitos de media tensão o comprimento máximo da linha de dutos, sem caixa de inspeção deverá ser de 100 metros; Os dutos dos circuitos de média tensão podem ser instalados nos leitos carroçáveis.

8.2.2.m – Dutos para o circuito de baixa tensão

- Para os circuitos de baixa tensão o comprimento máximo da linha de dutos sem caixa de passagem deverá ser de 50 metros;
- Os dutos dos circuitos de baixa tensão e ramais de entrada devem ser instalados nas calçadas (exceto em travessias de ruas, avenidas, etc.);
- As várias linhas de dutos para os circuitos de baixa tensão deverão ser interligadas entre si, mesmo que não existam condutores instalados, possibilitando alimentar o cliente em caso de emergência por outro circuito, preferencialmente pertencendo a outro QDP;

8.2.2.n – Dutos para o ramal de entrada do cliente

- Cada ramal de entrada deverá ser instalado em um duto exclusivo;
- Nas extremidades dos dutos dos ramais de entrada, devem ser instaladas caixas secundárias do tipo CS2 (ver *desenho 14*) com piso e paredes de alvenaria ou concreto e tampão de concreto, dentro do terreno dos consumidores.
- Nos dutos para instalação do ramal de entrada de clientes não será necessário projetar dutos reservas;
- Não será permitido projetar dutos para ramais de ligação na travessia do leito carroçável;
- Na construção da rede subterrânea devem ser instalados os dutos dos ramais de entrada de todas as edificações;
- No caso dos empreendimentos edificados deverão ser interligados aos padrões de entrada.

8.2.3 – Caixas

8.2.3. a – Caixas de inspeção primárias

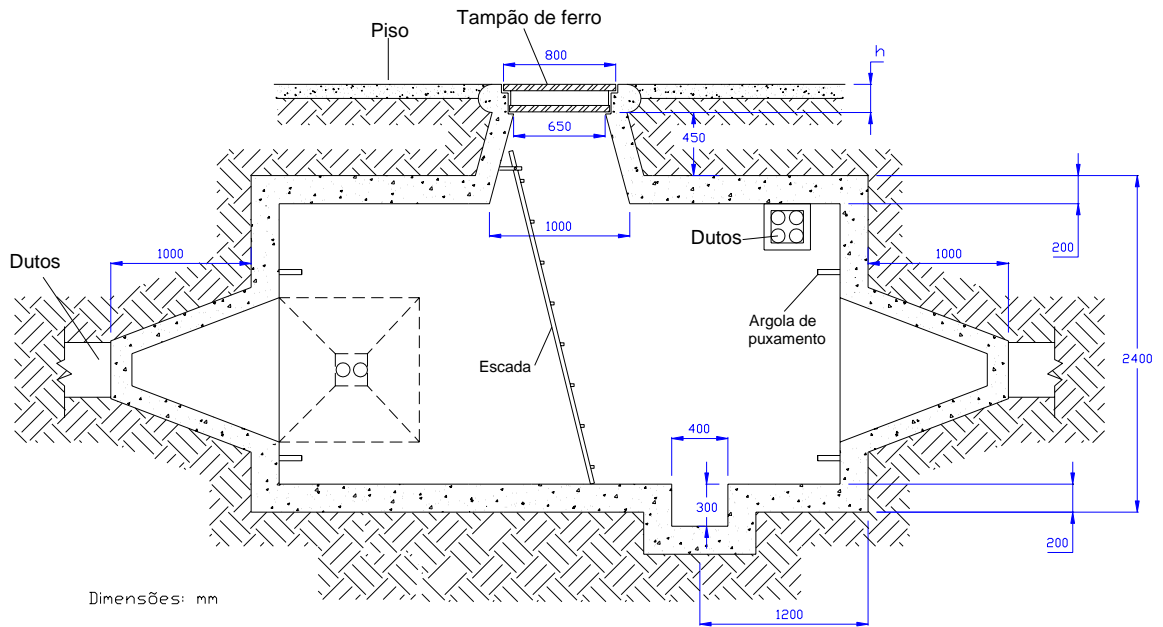
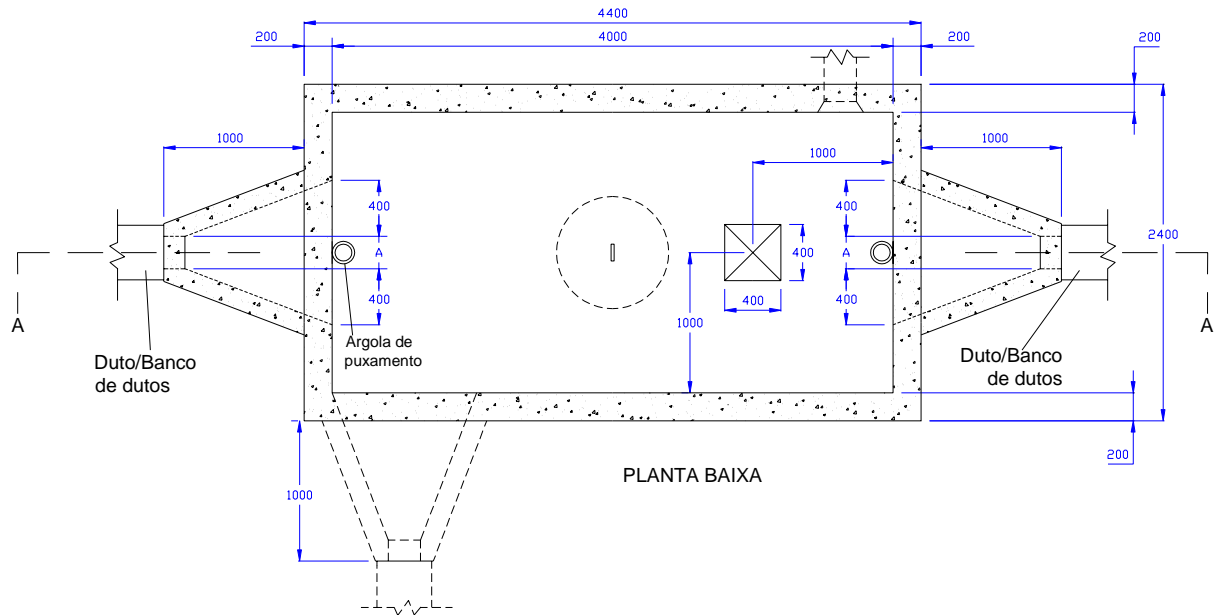
- São caixas feitas de concreto armado com tampão de ferro redondo articulado, no teto, para entrada de pessoal e devem ser instaladas ao longo da rede de primária de distribuição (média tensão)
- O concreto empregado deverá ter resistência à compressão mínima de 25 Mpa.
- As caixa de inspeção primária pode ser instalada em vias de circulação de veículos, desde que dimensionadas para suportar uma carga mínima de 400 daN.
- As caixas de inspeções primárias devem ser construídas com dimensões tais que permitam o movimento das pessoas em seu interior para execução de serviços tais como : puxamento dos cabos, instalação de acessórios ou equipamentos e a inspeção dos mesmos.
- Em caixas de inspeções para instalação de chaves seccionadoras ou de proteção pode ser necessário a utilização de um tampão de concreto armado para instalação/retirada do equipamento. O tampão de ferro, para entrada de pessoal, é instalado no tampão de concreto armado.
- Tipos, dimensões e utilização das caixas de inspeção primária – conforme tabela 05

Tabela 05 - Caixas de inspeção primária				
Tipo	Dimensões (m)	Tampa	Utilização	Detalhes
CI -1	2 x 2 x 2	Somente com tampão de ferro articulado	Nos pontos onde serão instalados acessórios para emendas/derivações e/ou equipamentos de manobra e proteção;	<i>Desenho 07</i>
			Nos locais onde há previsão para instalações de futuras derivações de circuitos de média tensão;	
C I-2	4 x 2 x 2	Com arranjo de tampão de concreto armado e tampão de ferro articulado	Em frente aos transformadores em pedestal construídos sem a caixa acoplada;	<i>Desenho 08</i>
			No início dos trechos subterrâneos, próximo ao poste de transição;	
			Locais onde há mudança de direção do banco de dutos, sem emenda ou derivação;	
			Linha de dutos que ultrapasse a distancia de 100 metros em linha reta.	
CI -1M	2 x 2 x 2		Locais que possuam seis ou mais circuitos de media tensão.	<i>Desenho 09</i>
CI -2M	4 x 2 x 2		Saídas de subestações transformadoras	<i>Desenho 10</i>

- Nas paredes das caixas, onde haja entrada de linha de dutos, deve ser prevista no projeto estrutural, uma abertura que permita a entrada de dutos através de embocaduras ou gavetas, conforme *desenhos 11 e 12*. Nas áreas correspondentes às embocaduras ou gavetas, a armação de ferro da parede da caixa deve ser interrompida e as extremidades da abertura devem ser reforçadas por barras corridas, com comprimentos de ancoragem compatível com o vão.
- Nas paredes das caixas, do lado oposto à entrada dos dutos, devem ser fixadas argolas de ferro para possibilitar o puxamento dos cabos. Uma dessas argolas deve ser instalada no fundo da caixa, próximo à projeção do tampão de ferro, a fim de possibilitar o puxamento dos cabos pelo lado de fora da caixa.
- As argolas devem ser fixadas nas barras de ferro da armação das caixas de modo que resistam aos esforços decorrentes do puxamento.
- No interior das caixas, próximo aos tampões de ferro, devem ser instaladas escadas para acesso do pessoal.
- Os tampões das caixas devem ter identificação da REDEENERGIA, e fechados com acionamento externo por chaves adequadas.
- No piso das caixas de passagem deve ser construída uma caixa para drenagem com dimensões de 40 x 40 x 30 cm, como mostrado na *desenho 07*, para retirada de água por moto-bomba, quando necessário.

DESENHO 08

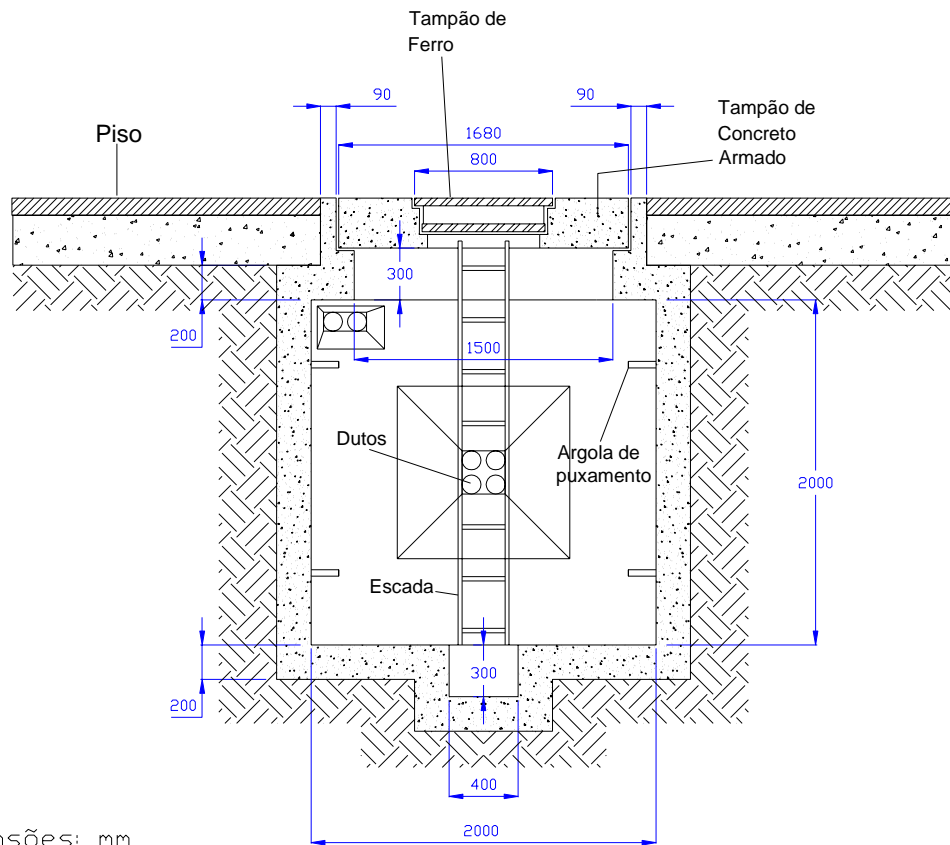
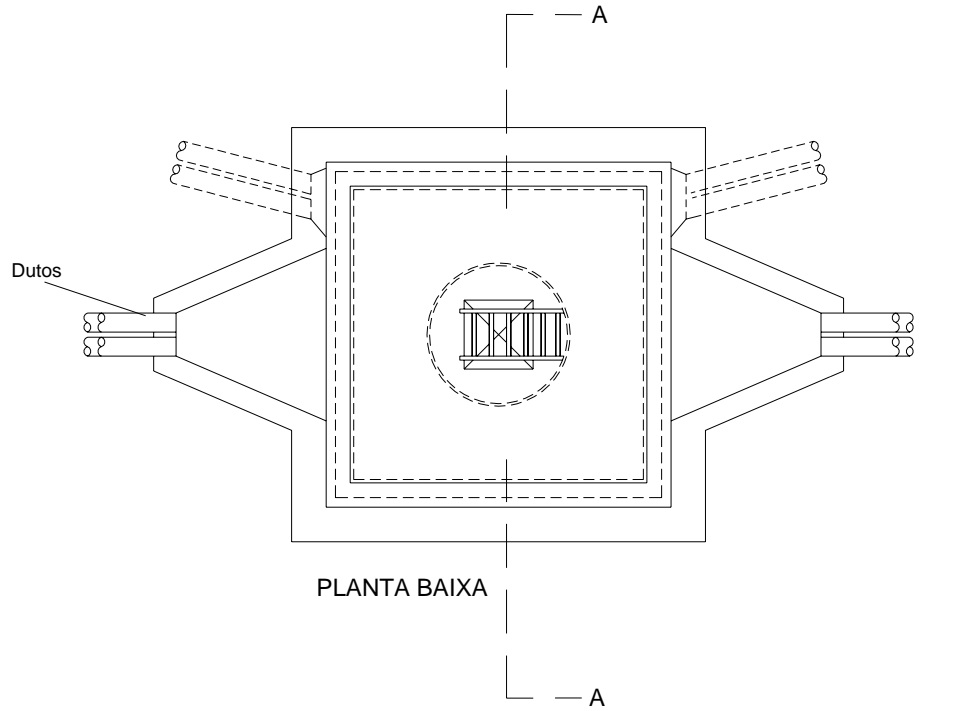
CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO CI - 2



Dimensões: mm

CORTE AA - CAIXA - CI-1

DESENHO 09
CAIXA DE INSPEÇÃO TIPO CI - 1M

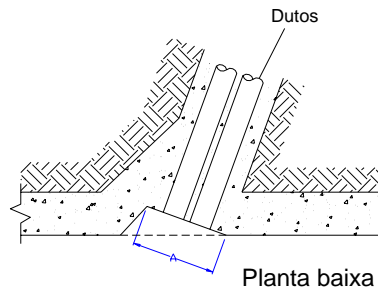


CORTE A A

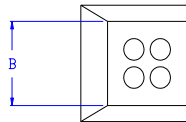
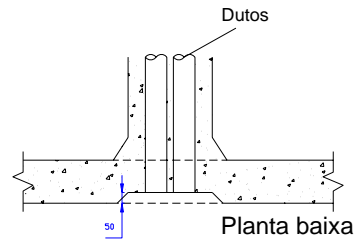
DESENHO 11

ENTRADA DE LINHA DE DUTOS

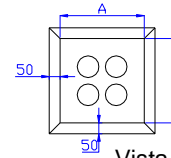
ENTRADA POR
EMBOCADURA OBLÍQUA



ENTRADA POR
EMBOCADURA ORTOGONAL



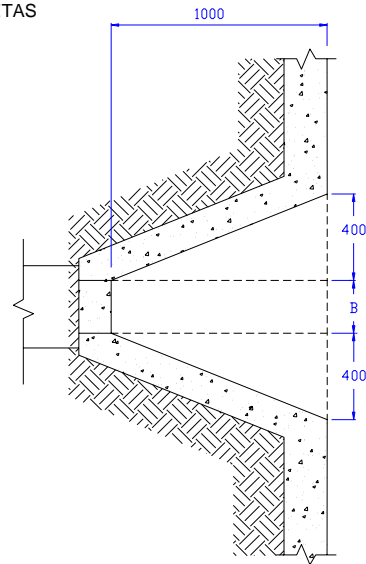
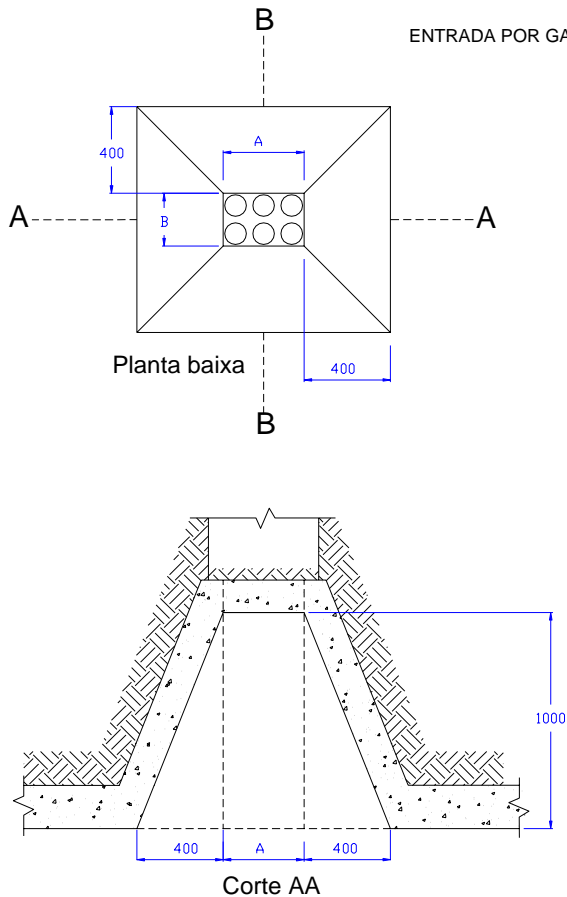
Vista frontal



Vista frontal

DESENHO 12

ENTRADA POR GAVETAS



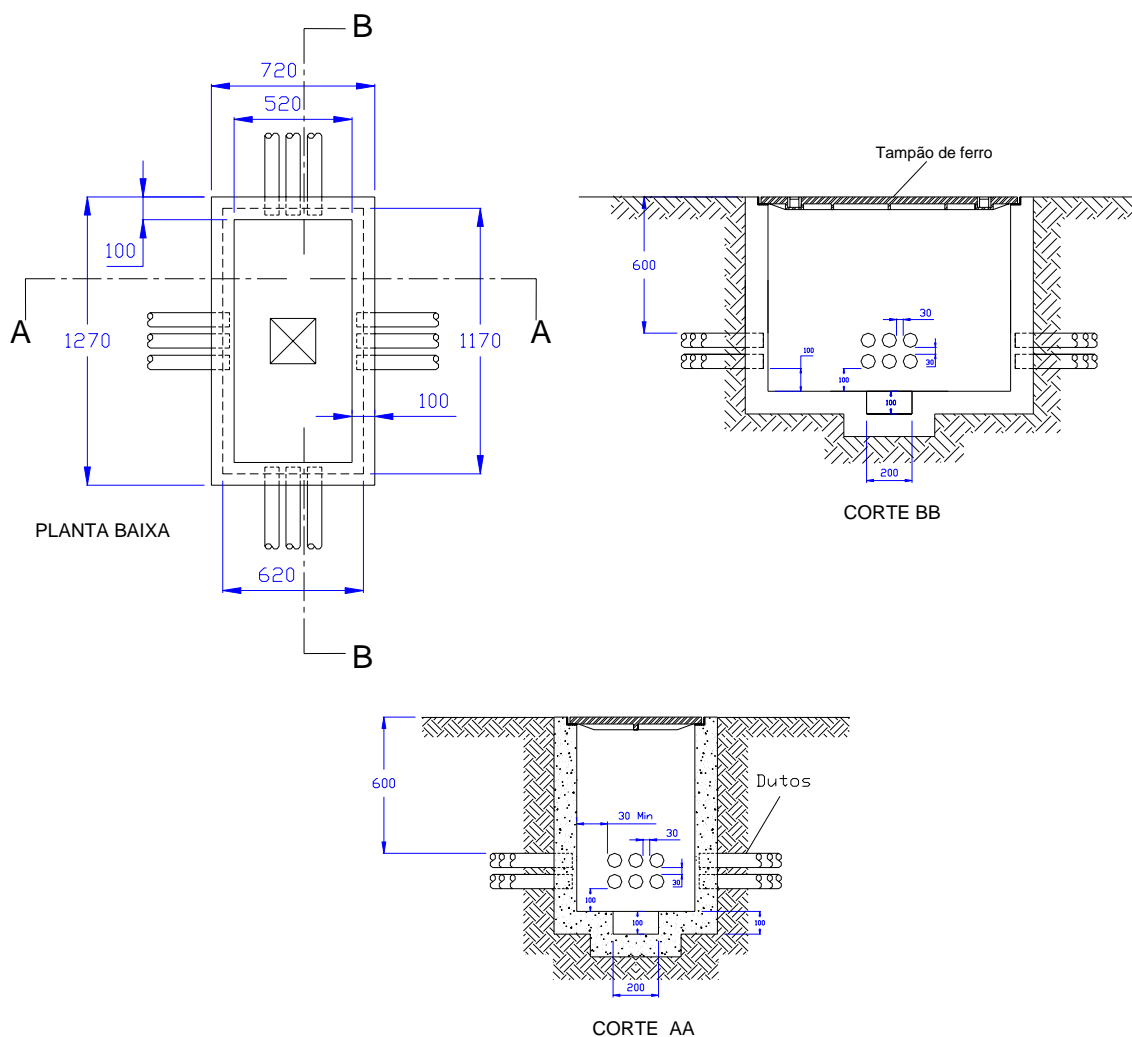
Corte BB

8.2.3. b – Caixas de passagem secundárias

- São caixas subterrâneas de concreto com tampão de ferro, dimensionadas para possibilitar a execução de serviços por pessoa sentada na sua borda com as pernas no seu interior e devem ser instaladas ao longo da rede secundária de distribuição (baixa tensão)
- As caixas de passagem secundárias devem ser instaladas nas calçadas (não é permitida a utilização em vias de circulação de veículos). Dessa forma, devem ser dimensionadas para suportar uma carga mínima de 120 daN.
- Os tampões das caixas devem ter identificação da REDEENERGIA, e fechos com acionamento externo por chaves adequadas.
- No piso das caixas de passagem secundárias deve ser construída uma caixa para drenagem com dimensões de 20x20x10 cm, como mostrado na *desenho 13*, para retirada de água por moto-bomba, quando necessário.
- Em locais onde o nível do lençol freático seja alto, ou seja, houver a possibilidade de entrada de água em vez da saída, as caixas secundárias não devem ter em seu interior a caixa de dreno.
- O piso da caixa deve ser construído com pequena declividade (1%), de forma que a água que entrar na caixa , escorra para a caixa de drenagem.
- Nas extremidades dos dutos dos ramais de entrada, devem ser instaladas caixas secundárias do tipo CS2 (ver *desenho14*) com piso e paredes de alvenaria ou concreto e tampão de concreto, dentro do terreno dos consumidores.
- Durante a construção, hastes de aterramento devem ser instaladas no interior das caixas de passagem correspondentes aos finais dos circuitos secundários.

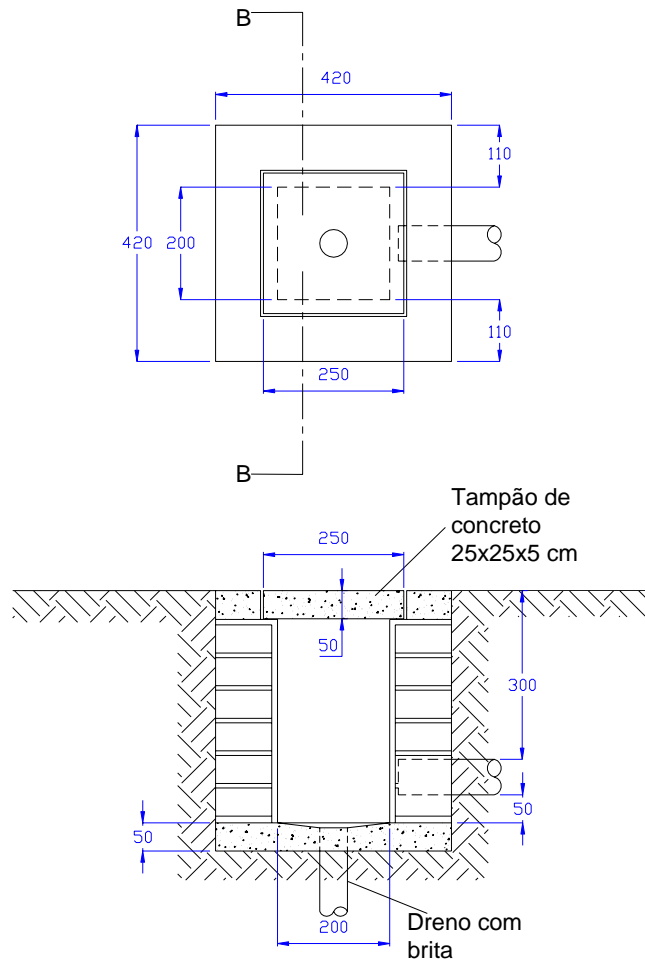
DESENHO 13

CAIXA SECUNDÁRIA TIPO CS-1



DESENHO14

CAIXA SECUNDÁRIA TIPO CS-2



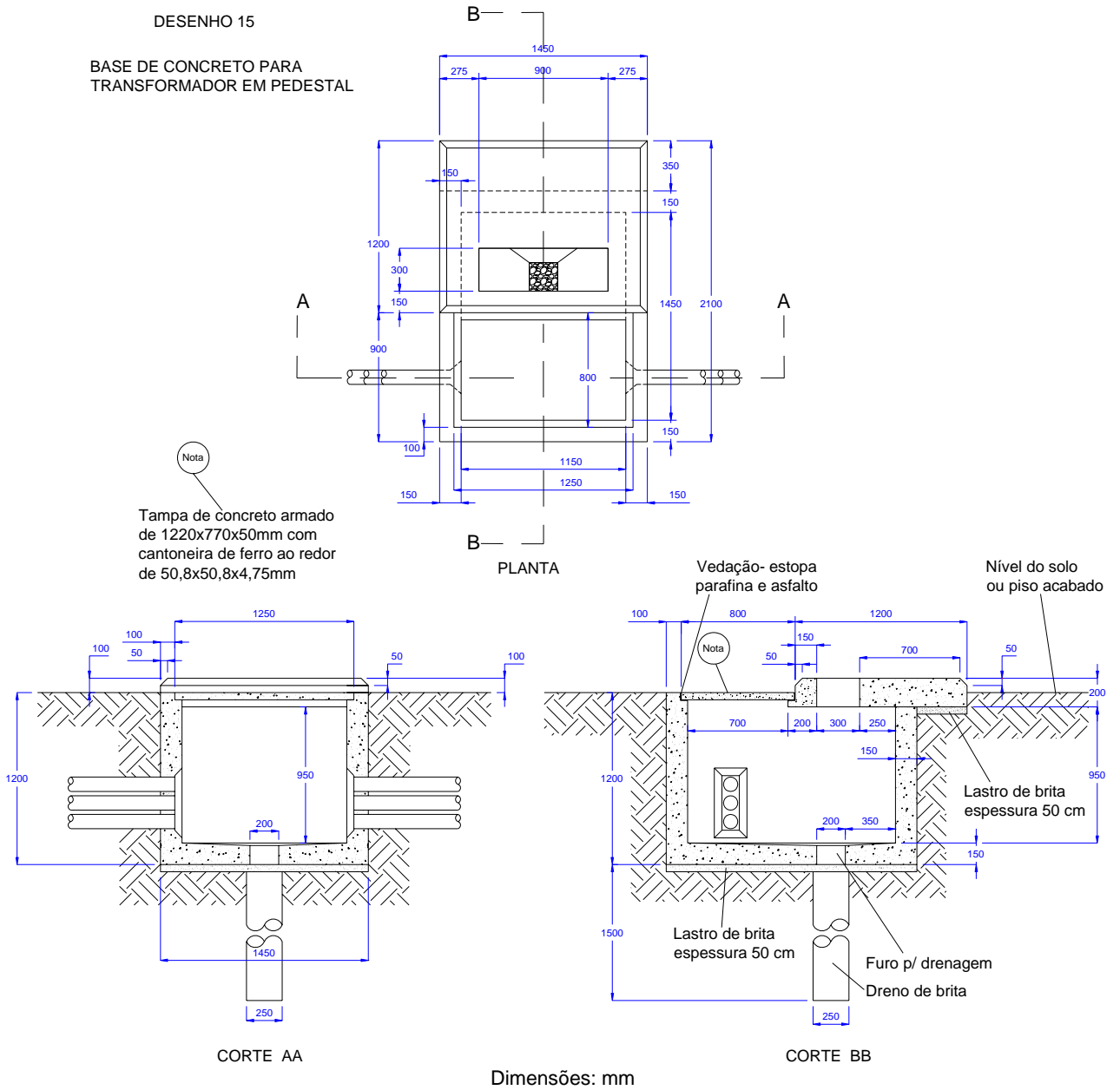
8.2.4 – Base para transformador em pedestal (BTP)

Os transformadores em pedestal devem ser instalados sobre bases de concreto armado, conforme ilustrado nos *desenhos* 15 e 16, e para as quais valem as seguintes considerações:

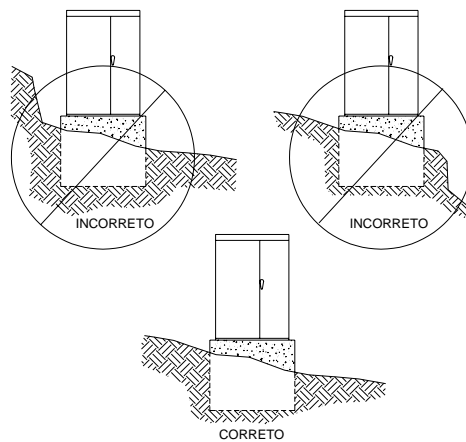
- Tendo em vista a pouca variação nas dimensões dos transformadores em pedestal, padronizou-se uma base única para transformadores de 45 a 500 kVA.
- Na caixa de passagem, que compõe a base para o transformador, na parede diretamente oposta à entrada dos dutos, deve ser chumbada uma argola para facilitar o puxamento dos cabos. As argolas devem ser fixadas nas barras de ferro da armação das caixas de modo que resistam aos esforços decorrentes do puxamento.
- Deve ser usado aço para construção tipo CA-50A, e concreto fck+25 MPa com adição de impermeabilizante e deve ser bem vibrado. Todas as superfícies internas (paredes e teto) serão lisas e livres de rebarbas ou buracos.
- Deve receber 3 demãos de pintura tipo cimental branco ou similar.
- O piso deve receber argamassa impermeabilizada no traço 1:3 (cimento / areia), com declividade em direção ao dreno da base.
- Na embocadura deve ser mantido o chanfro de 50mm x 50 mm.
- A altura da base em relação ao solo deverá ser de 20 cm. Em terrenos com declives esse valor deve ser considerado em relação ao ponto mais alto, como ilustrado no *desenho* 16.
- Nos casos em que houver lençol freático muito alto, poderá ser abolido o dreno da base de concreto.
- Os cálculos estruturais e detalhamento das armações devem ser elaborados por profissional credenciado.

DESENHO 15

BASE DE CONCRETO PARA TRANSFORMADOR EM PEDESTAL



DESENHO16
BASE DE TRANSFORMADOR EM LOCAIS COM TERRENO EM DECLIVE



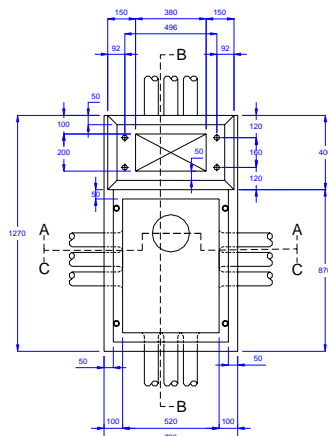
8.2.5 – Base para quadro de distribuição em pedestal (QDP)

A base de concreto serve para fixação do Quadro de Distribuição em Pedestal- QDP, e para a qual valem as seguintes considerações:

- O piso deve receber argamassa impermeabilizante no traço 1:3 (cimento/areia), com declividade em direção ao dreno.
- Nos casos em que houver lençol freático muito alto, poderá ser dispensado o dreno da base.
- Deve ser usado aço para construção tipo CA-50A, e concreto fck+25 MPa com adição de impermeabilizante e deve ser bem vibrado. Todas as superfícies internas (paredes e teto) serão lisas e livres de rebarbas ou buracos.
- Na embocadura deve ser mantido o chanfro de 50mm x 50 mm.

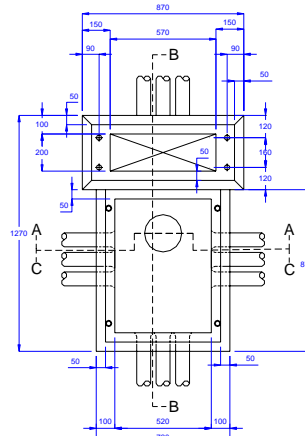
DESEENHO 17

BASE DE CONCRETO ARMADO PARA QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM PEDESTAL TIPO T1

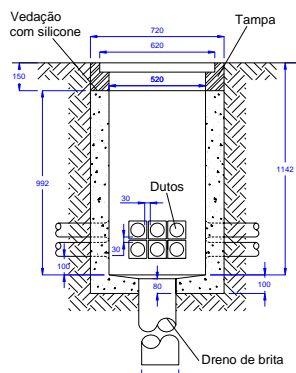


PLANTA - Base para QDP tipo T1

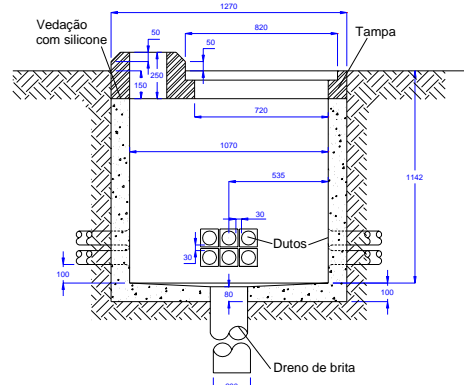
BASE DE CONCRETO ARMADO PARA QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM PEDESTAL TIPO T2



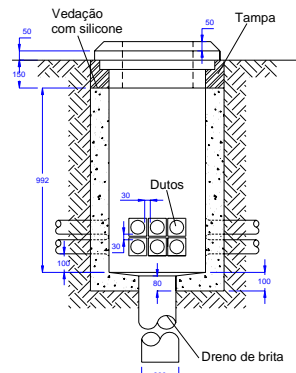
PLANTA - Base para QDP tipo T2



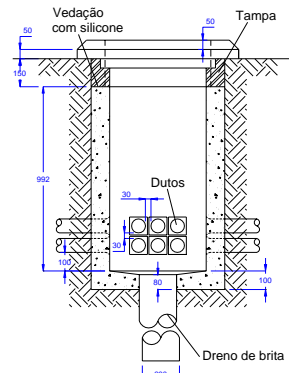
CORTE CC Base tipo T1 e T2



CORTE BB Base tipo T2



CORTE AA Base tipo T1



CORTE AA Base tipo T2

Dimensões em mm

8.3 – Projeto e construção da rede secundária

8.3.1 – Dimensionamento elétrico

O circuito de BT é dimensionado verificando-se dois parâmetros: a queda de tensão e a corrente admissível dos cabos. Os comprimentos usuais das redes subterrâneas de baixa tensão, permitem que, na maioria dos casos, seja suficiente aferir apenas a queda de tensão. Todavia, em alguns casos, dependendo da concentração de cargas, mesmo para circuitos curtos, será necessário verificar se a corrente de carga é inferior à máxima admissível do condutor.

8.3.2 – Perdas elétricas

Nos projetos de redes secundárias subterrâneas não são feitas restrições quanto às perdas elétricas uma vez que os limites de queda de tensão estabelecidos são suficientes para restringir as perdas a valores aceitáveis.

8.3.3 – Os circuitos secundários e ramais de entrada deverão ser trifásicos (3 fases + neutro) radiais, instalados em dutos corrugados de polietileno de alta densidade - PEAD, diretamente enterrados nos passeios/calçadas e derivados de quadros de distribuição em pedestal localizados nas proximidades dos transformadores de distribuição.

Os dutos de PEAD devem estar em conformidade com a NBR 13 987 e NBR 13 898, dotados de fio guia interno de aço.

8.3.4 – Condutores padronizados para a rede secundária

os cabos da rede de baixa tensão devem atender aos seguintes requisitos:

- Material : alumínio;
- Seção – circular compactada;
- Classe de isolamento : 06/1 kV;
- Material isolante : XLPE/EPR (fases), XLPE/EPR ou PVC (neutro);
- Cobertura : PVC;
- Identificação : As fases e o neutro da rede de BT devem ser identificados através das seguintes cores: fase A = vermelho, fase B = cinza; fase C = preto; neutro = verde.
- Tipo de cabo : multiplexado (quadruplex) ou unipolar;
- Seções padronizadas : 70, 120 e 185 mm².

Observação. O neutro deverá ter a mesma seção das fases.

As características básicas dos cabos da rede secundária estão mostradas na *tabela 07* a seguir:

Tabela 07

Cabos da rede de baixa tensão – características elétricas e mecânicas básicas			
Descrição	4 Cabos	4 Cabos	4 Cabos
	4x1x70 mm ²	4x1x120 mm ²	4x1x185 mm ²
Dados de um cabo			
Seção (mm ²)	70	120	185
Resistência (Ohm/km) a 20° C em CC	0,443	0,253	0,164
Diâmetro nominal do alumínio (mm)	9,75	12,9	16,00
Espessura da isolamento (mm)	1,1	1,2	1,6
Espessura da cobertura (mm)	1,2	1,3	1,4
Diâmetro externo nominal (mm)	15	18,6	24,2

Notas:

- 1 – O diâmetro externo do cabo quadruplex é aproximado e se refere a cabos com o neutro isolado em XLPE.
- 2 – O diâmetro nominal do condutor de alumínio é aproximado, pois há variações em função do fabricante.

8.3.5 – Diâmetro nominal dos dutos para a rede de BT

Os dutos para instalação da rede de baixa tensão devem ser dimensionados em função dos condutores que serão nele instalados, conforme *tabela 08* a seguir.

Tabela 08

Dutos corrugados de PEAD – para a rede de BT e para a interligação transformador – QDP (1)	
4 condutores de 70 mm ²	Diâmetro nominal – 90 mm (2)
4 condutores de 120 mm ²	Diâmetro – 110 mm (2)
4 condutores de 185 mm ²	

Notas:

- 1 - A soma das áreas totais dos condutores contidos no eletroduto, não deverá ser superior a 40% da área útil do eletroduto.
- 2 – Considerou-se a possibilidade de recondutoramento com cabo de bitola padronizada imediatamente superior.

8.3.6 – Queda de tensão – rede de BT

8.3.6.a - No dimensionamento do circuito secundário deve ser considerado que a queda de tensão entre a saída do transformador e o ponto de entrega (barramentos modulares isolados- MBI nas caixas de derivações) deve ser igual ou inferior a 3%.

8.3.6.b - Os cálculos de queda de tensão podem ser feitos considerando-se a temperatura de 70 °C, pois normalmente os cabos não operam com correntes superiores a 80 % da sua corrente nominal máxima. Nos casos em que essa situação não se verificar, então os cálculos devem considerar os cabos na temperatura de 90°C.

8.3.6.c – Para efeito dos cálculos de queda de tensão, todos os ramais de entrada podem ser considerados como sendo trifásicos atendendo cargas trifásicas equilibradas.

8.3.6.d – As informações sobre os cabos, necessárias para os cálculos de queda de tensão estão apresentadas na *tabela 09* a seguir.

Tabela 09 - Informações técnicas para cálculo de queda de tensão

Descrição	Identificação			
	4x1x70	4x1x120	4x1x185	
Material condutor	Alumínio			
Seção (mm ²)	70	120	185	
R _i (Ohm/km) (1)	0,532	0,304	0,197	
X _i (Ohm/km) (1)	0,10	0,10	0,10	
Corrente máxima – 70 °C (A) (2)	127	170	216	
Corrente máxima – 90 °C (A) (2)	149	217	285	
Coeficientes de queda de tensão (3)				
% (kVA x 100 m)	380/220 V	0,035	0,022	0,015
	220/127 V	0,104	0,064	0,045
V/(kVA x km)	380/220 V	1,329	0,819	0,579
	220/127 V	2,295	1,414	1,001
V/(A x km)	380/220 V	0,875	0,539	0,381
	220/127 V	0,875	0,539	0,381

Notas:

- (1) - temperatura do condutor: 70 °C;
- (2) - circuito com cabos isolados em XLPE/EPR, temperatura do condutor = 90 °C, cobertura em PVC, 3 condutores carregados, instalados em eletroduto enterrado no solo a 60 cm de profundidade, agrupados em trifólio. Temperatura do solo a 60 cm = 25 °C;
- (3) – fator de potência = 0,85

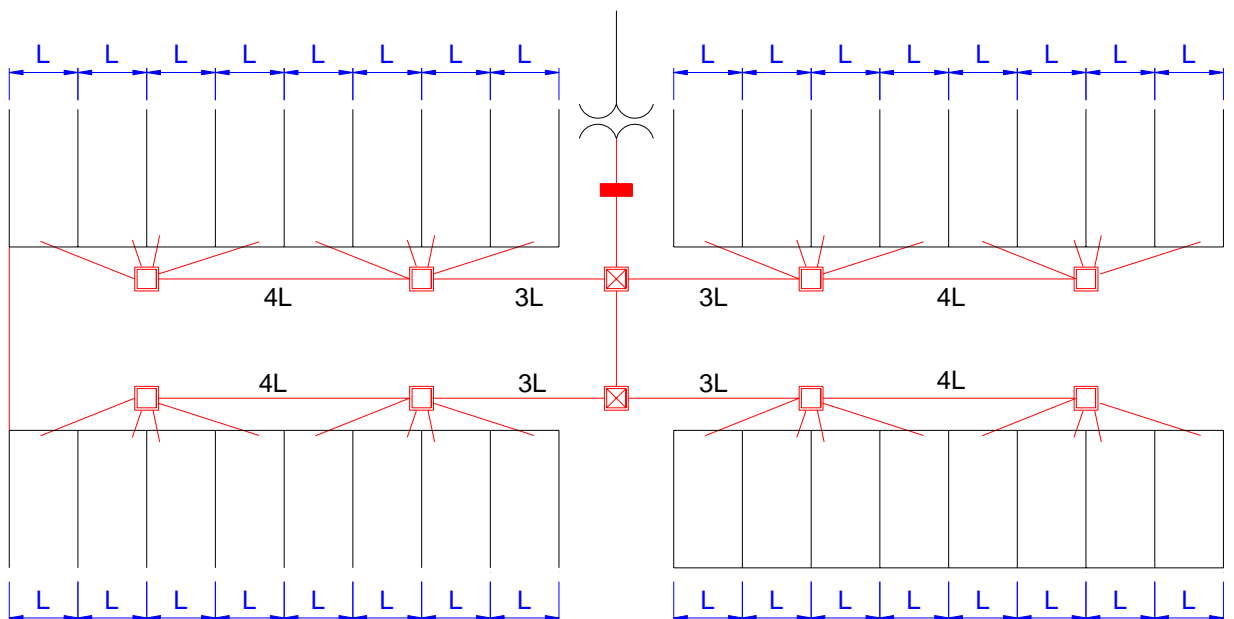
8.3.7 – Concepção básica da rede de BT

A rede secundária, cujo diagrama unifilar ilustrativo está mostrado no desenho , deverá atender aos seguintes requisitos básicos:




- A tensão nominal deverá ser de 220/127 V ou 380/127, de acordo com a tensão nominal padronizada pela concessionária para a localidade na qual se localiza o empreendimento.
- Os circuitos secundários deverão ser radiais, trifásicos (3 fases + neutro), derivados de quadros de distribuição em pedestal-QDP, e instalados em dutos corrugados de PEAD.
- As derivações dos ramais de entrada para as unidades consumidoras devem ser instaladas em caixas de passagem secundárias.
- Os ramais de entrada poderão ser monofásicos (fase+neutro), bifásicos (2 fases + neutro) e trifásicos (3 fases+neutro), com os condutores dimensionados em função da carga dos consumidores.
- Os circuitos secundários derivarão de quadros de distribuição em pedestal - QDP, localizados próximos aos transformadores em pedestal.
- Os quadros de distribuição em pedestal – QDP serão interligados aos transformadores em pedestal – TP, que os alimentam através de circuitos de BT instalados em dutos específicos.
- Nos QDP devem ser instalados os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes dos circuitos secundários.
- As emendas de derivações das redes secundárias deverão ser do tipo pré-moldadas com possibilidades de rápidas conexões / desconexões dos cabos. Para tanto podem ser usados barramentos múltiplos isolados (BMI) nos quais os cabos podem ser conectados diretamente ou através de conectores / capas isolantes apropriados. Estes barramentos são instalados em caixas de passagem secundárias.

DESENHO 18

CONCEPÇÃO BÁSICA DA REDE SECUNDÁRIA



LEGENDA

-  Transformador
-  Caixa de passagem sem BMI -(Barramento Múltiplo Isolado)
-  Caixa de passagem com BMI
- L = Frente de lote

8.3.8 – Localização do transformador em pedestal

A definição dos possíveis locais para instalação dos transformadores em pedestal é um dos primeiros passos da execução de um projeto de rede subterrânea, tendo em vista as restrições impostas pelas características urbanísticas do empreendimento e as características físicas do equipamento.

Dessa forma, os locais escolhidos para a instalação dos transformadores devem ter espaço suficiente para:

- instalação de quadro de distribuição em pedestal- QDP;
- instalação do sistema de aterramento;
- instalação/retirada dos equipamentos através de guindaste;
- execução de serviços de inspeção e manutenção.

Espaço livre necessário para instalação do transformador em pedestal normalmente é encontrado em praças ou vielas. As calçadas são locais normalmente impróprios pois os transformadores dificultam ou impedem a passagem de pedestres além de prejudicar o lote adjacente

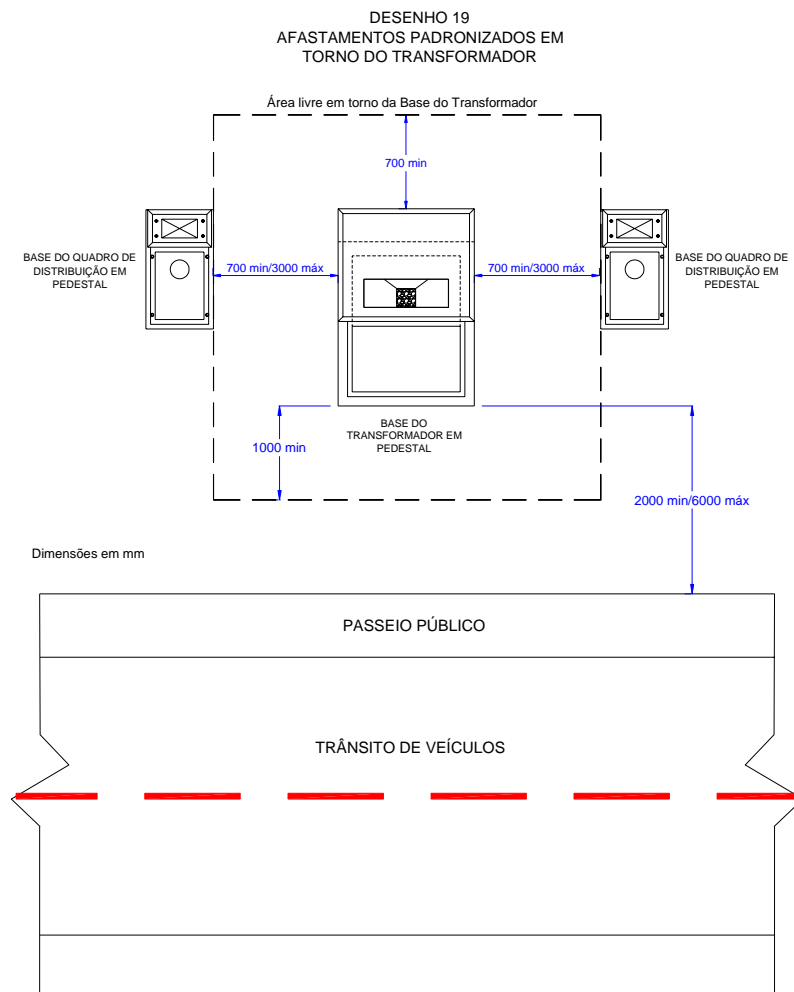
A instalação em ilhas de avenidas devem ser evitadas e, caso seja feita, devem ser consideradas medidas adicionais de proteção contra acidentes com veículos.

Em lugares sujeitos a alagamento não devem ser instalados os transformadores.

8.3.8.a – Afastamentos padronizados em torno do transformador – *Desenho 19*

Para possibilitar a instalação, retirada, inspeção e manutenção dos transformadores, deve ser prevista, em torno de suas bases, um espaço livre de, no mínimo, 70 cm nas laterais e no fundo e de 1 metro na frente. Quando houver muro ou parede adjacente ao fundo do transformador o espaço livre no fundo do transformador poderá ser de 40cm.

O transformador em pedestal deverá ser localizado considerando-se uma distância em relação à via de circulação de veículos de, no mínimo, 2m e no máximo 6m.



8.3.8.b – Grades de proteção

Caso seja de interesse do empreendedor, podem ser instaladas grades metálicas ao redor do transformador com o propósito de limitar o acesso de pessoas ao equipamento. Para isso deve ser considerada uma distância entre as grades e o transformador de 70 cm nas laterais e no fundo e de 1 m na frente. As grades laterais e do fundo, devem ser fixadas através de dispositivos que permitam a sua remoção para instalação/retirada do transformador. As grades da frente do transformador devem constituir um portão removível com abertura para o lado de fora. Todas as grades devem ser aterradas.

O empreendedor também pode optar pela instalação de cerca viva nas laterais e no fundo do transformador desde que seja mantido um espaço livre entre o transformador e a cerca de, no mínimo, 70 cm.

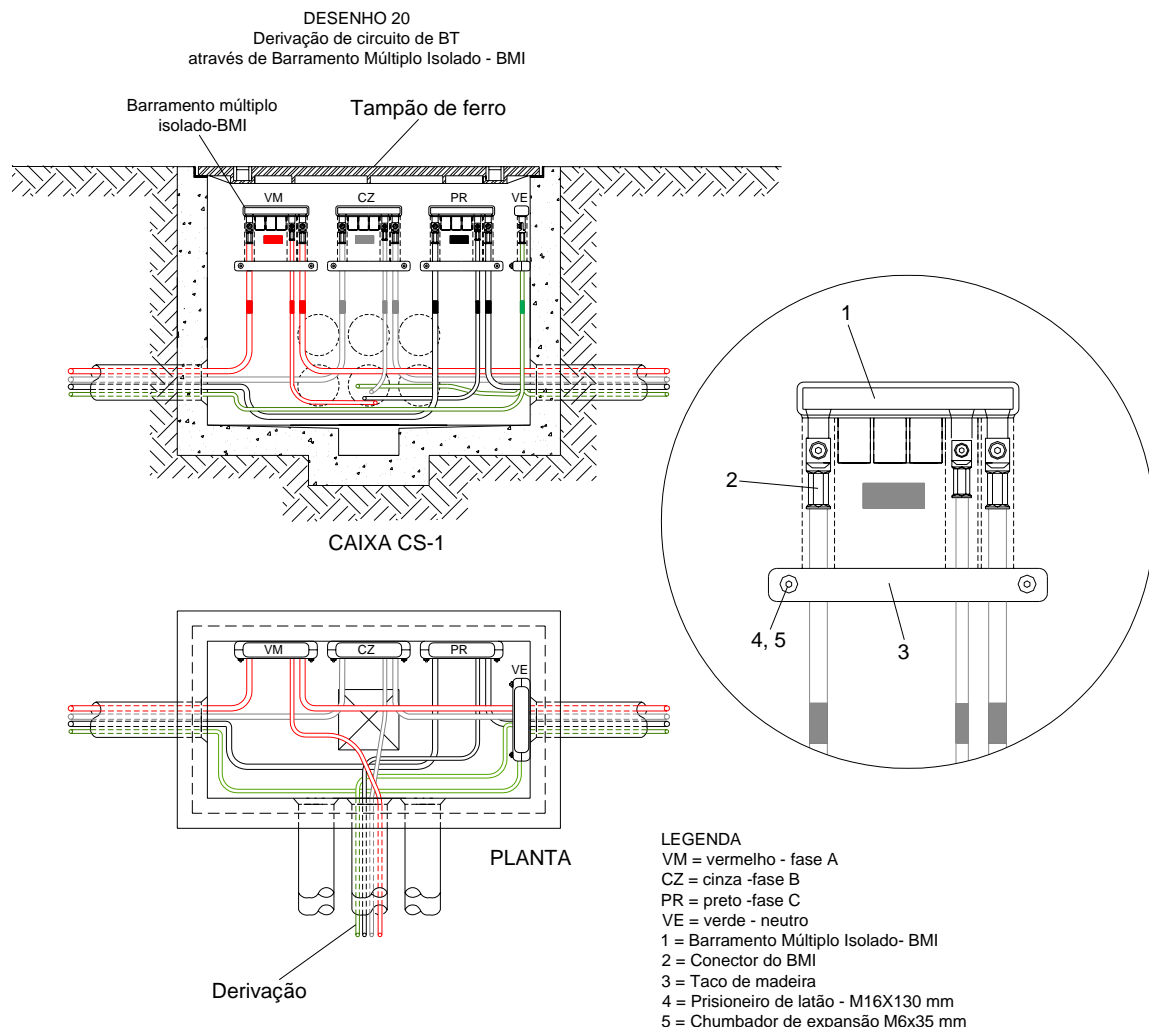
8.3.9 – Derivações de circuitos secundários ou ramais de entrada através de barramentos modulares isolados - BMI

As derivações dos ramais de entrada deverão ser feitas por meio de barramentos modulares isolados- BMI que permitam a conexão de 4, 6 ou 8 circuitos secundários ou ramais de entrada.

Os barramentos modulares isolados – BMI devem ser instalados em caixas de derivações/passagem do tipo CS-1 ou CS-2 (ver *desenhos 13 e 14*) conforme mostrado no *desenho 20* a seguir.

Em cada caixa de passagem devem ser instalados 4 (quatro) barramentos modulares isolados – BMI (3 fases + neutro). Todos os BMI instalados em um empreendimento devem ser do mesmo tipo e fabricante, e devem ter igual nº de terminais de entrada e de saída, com exceção do BMI do neutro que poderá ter um nº superior ao correspondente das fases.

Nos loteamentos não edificados os BMI devem ser dimensionados considerando-se a ligação de todos os lotes. As saídas correspondentes ao lotes deverão permanecer isoladas enquanto não for ligado o ramal de entrada.



8.3.10 – Ramal de entrada

O ramal de entrada de BT para atendimento à unidade consumidora do cliente, deverá ser instalado em um único duto exclusivo, e interligará a caixa secundária de passagem com a caixa de entrada do consumidor.

Nos loteamentos não edificados deverá ser instalada uma caixa do tipo CS-2 (ver *desenho 14*) na extremidade dos dutos dos ramais de entrada. A extremidade do duto do ramal de entrada, dentro da Caixa CS-2, deverá ser tamponada. Essa caixa deverá ser localizada dentro dos lotes, a não mais que 50 cm da divisa entre o lote e a calçada, e localizadas em uma das extremidades do lote (ver *desenho 21*).

Os ramais de entrada devem obedecer os seguintes critérios:

- O comprimento não deverá exceder a 30 m e não devem ter emendas;
- Devem ser derivados diretamente dos Barramentos Modulares Isolados – BMI, instalados nas caixas de passagem secundárias;
- Não poderão ser usados disjuntores monoplares conjugados em ligações bifásicas e monofásicas;
- Devem ser compostos por condutores de cobre, com isolamento em XLPE – 0,6/1 kV – 90°C, com ou sem cobertura, com bitolas, características e dimensionamento de acordo com as *tabelas 10 e 11* a seguir:

Tabela 10 - RAMAL DE ENTRADA – 220/127 V (ver observação)			
TIPO DE LIGAÇÃO	CARGA MÁXIMA KW	RAMAL DE ENTRADA	
		COBRE XLPE – 0,6/1 kV – 90°C (mm ²)	ELETRODUTO CORRUGADO - PEAD (Φ – Nominal - mm)
MONOFÁSICA (FN)	7,5	25(25) (B)	50
BIFÁSICA (FFN)	15		
TRIFÁSICA (FFFN)	23	70(70) (C)	63
	38		
	75	150(150) (C)	90

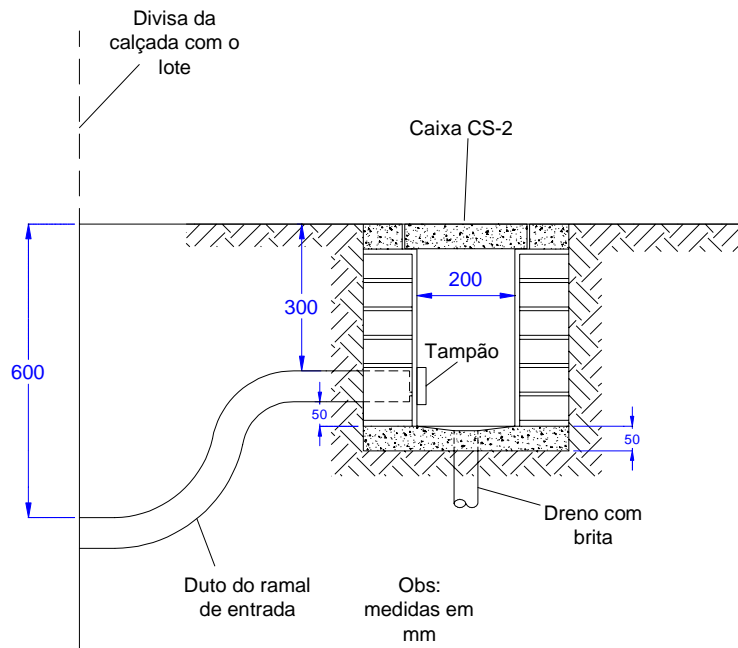
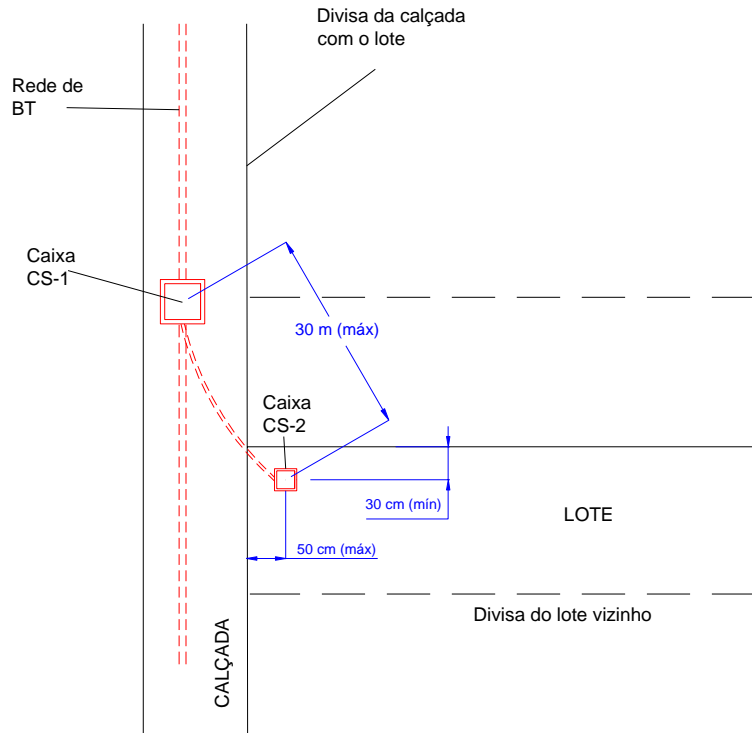
Tabela 11 - RAMAL DE ENTRADA – 380/220 V (ver observação)			
TIPO DE LIGAÇÃO	CARGA MÁXIMA KW	RAMAL DE ENTRADA	
		COBRE XLPE – 0,6/1 kV – 90°C (mm ²)	ELETRODUTO CORRUGADO - PEAD (Φ – mm)
MONOFÁSICA (FN)	13	25(25) (B)	50
BIFÁSICA (FFN)	26		
TRIFÁSICA (FFFN)	40	70(70) (C)	63
	75		

Observação :
NOTAS

- A indicação entre parênteses dos condutores refere-se à seção do neutro;
- (B) Encordoamento classe 2 (7 fios);
- (C) Encordoamento classe 2 (19 fios).

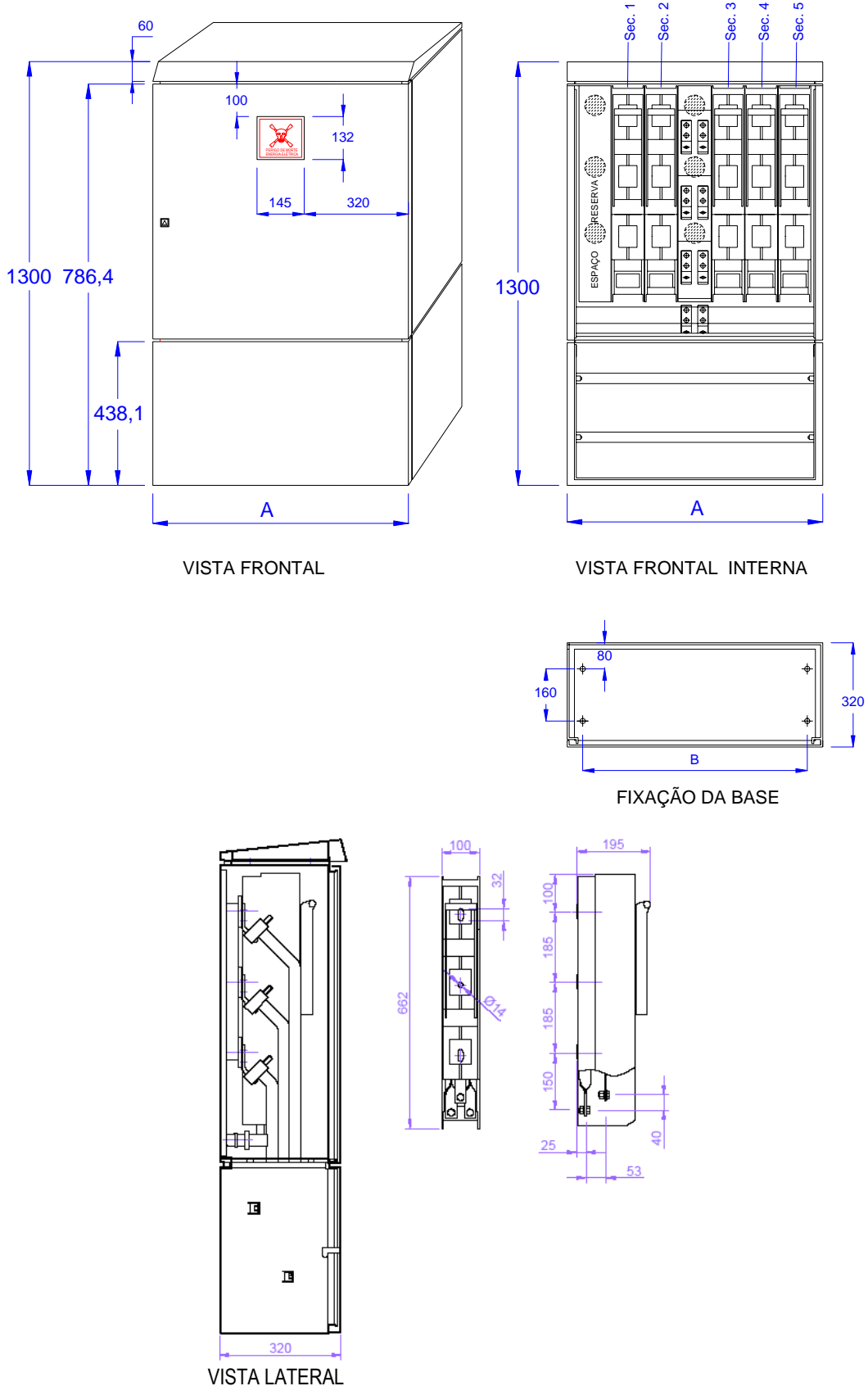
DESENHO 21

LOCALIZAÇÃO DO RAMAL DE ENTRADA
E DA CAIXA SECUNDÁRIA CS-2



8.3.11 – Quadro de distribuição em pedestal – QDP

DESENHO 22
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM PEDESTAL - QDP



8.3.11.a – Informações gerais sobre os QDP.

Quadro de distribuição em pedestal – QDP, é o conjunto de dispositivos elétricos (isoladores, barramentos, conectores, etc) montados em uma caixa metálica, destinados à operação (manobra e proteção) de circuitos secundários de redes de distribuição subterrânea, através de chaves seccionadoras tripolares verticais com fusíveis NH. O QDP é fixado numa base de concreto apropriada, próximo ao transformador em pedestal, para receber dele o circuito de alimentação e fazer a derivação dos circuitos secundários da rede de BT, provendo-lhes seccionamento e proteção.

Na instalação dos QDP's deve ser colocado um tapete de borracha entre a base metálica dos quadros e a base de concreto. (ver *desenho 28*).

A caixa metálica do QDP deve ser feita em chapa de aço carbono, espessura mínima de 2,75 mm, laminada a frio, e de acordo com as normas NBR 5915 e 6658.

Os barramentos, principal e de neutro, devem ser constituídos de cobre eletrolítico com 99,5 IACS e pureza não inferior a 99,9 %, galvanizados com estanho em toda sua superfície.

A identificação dos barramentos deve ser feita de modo a permitir a verificação da fase a que pertence, nas seguintes cores, de cima para baixo:

- Fase A - Vermelho
- Fase B - Cinza
- Fase C – Preto
- Neutro - Verde

8.3.11.b – Características dimensionais dos QDP – padronizados – Tabela 12

Tabela 12

Item	Código Rede	Tipo	Dimensões (mm) (ver <i>desenho 22</i>)		
			A	B	Massa (kg) aprox.
1		T1	590	495 +-2	80
2		T2	785	690+-2	90

8.3.11.c – Localização dos QDP

Os quadros de distribuição em pedestal – QDP, devem estar assim posicionados:

- Ficar até 3 m do transformador em pedestal. (ver *desenho 19*). Em casos excepcionais, distâncias superiores a 3 m, mas nunca maiores do que 15 m, poderão ser aceitas mas dependem de prévia análise e aprovação da Concessionária.
- O local deve apresentar facilidade para instalação, inspeção e manutenção.
- Quando instalado sobre calçadas, deve ficar situado entre 10 a 20 cm do limite do lote com a calçada.
- Deve haver um espaço livre à frente do QDP de, no mínimo, 1 m para possibilitar a manutenção e operação.

8.3.11.d – Conexão dos QDP's ao transformadores em pedestal (ou aéreo)

A conexão dos QDP's aos transformadores em pedestal deve ser feita por circuitos trifásicos (3 fases + neutro) e em conformidade com a *tabela 13* a seguir:

Tabela 13

Tensão Nominal Secundária (V)	Potência Nominal do Transformador (kVA)	Cabo de alumínio – XLPE- 90°C- 0,6/1kV (mm ²)		ELETRODUTO CORRUGADO DE PEAD Diâmetro nominal (mm)
		Por fase	Neutro	
220/127	75	(1) x 150	(1) x 150	(1) X 90
	150	(2) x 185	(2) x 185	(2) X 90
	225	(3) x 185	(2) x 185	(3) X 90
	300			
	500			
380/220	75	(1) x 70	(1) x 70	(1) X 63
	150	(1) x 185	(1) x 185	(1) X 90
	225	(2) x 150	(2) x 150	(2) X 90
	300	(3) x 150	(2) x 185	(3) X 90
	500			

Obs: os valores entre parênteses indicam a quantidade de cabos por fase e a quantidade de dutos.

Os cabos dos circuitos de entrada no quadro de distribuição em pedestal – QDP, devem ser fixados nele, através de conectores adequados aos barramentos de entrada.

8.3.11.e – Saída dos circuitos secundários do quadro de distribuição em pedestal – QDP

Todas as saídas de circuitos secundários do QDP devem ser feitas por intermédio de chaves trifásicas com fusíveis NH de baixas perdas, e devem estar em conformidade com a *tabela 14* a seguir:

Tabela 14

Cabo do circuito secundário Alumínio – XLPE	Chave Seccionadora		Fusível NH		Corrente admissível do cabo (A) (3)
	Corrente nominal (A)	Largura (mm)	Tipo	Corrente nominal (A)	
4 x 35 mm ²	160	50	00	80	101
4 x 70 mm ²	250	100	1	125	150
4 x 120 mm ²	400		2	200	217
4 x 185 mm ²				250	285

Observações

1. Critério de dimensionamento adotado:
A corrente nominal do fusível NH não deve ser maior que a corrente admissível do cabo e não deve ultrapassar 70% da corrente nominal da chave seccionadora.
2. Sempre que possível, a corrente de carga máxima do circuito não deve ultrapassar 90% da corrente nominal do fusível NH.
3. Fator de carga = 100 %

8.3.11.f – Identificação dos circuitos alimentados por cada chave seccionadora

Para facilitar a identificação dos consumidores alimentados por cada chave seccionadora, em eventuais manutenções ou ligações de consumidores, deve ser fixado, na parte interna da porta do QDP, um diagrama unifilar simplificado, em folha plastificada, como mostrado no *desenho 23*.

8.3.11.g – Instalação de 2 QDP's para um mesmo transformador em pedestal

Quando for necessário instalar 2 QDP's para um mesmo transformador, cada um dos quadros deve ter circuito(s) de interligação exclusivo(s), podendo ainda ser prevista uma interligação (circuito) adicional para facilitar a distribuição de cargas. Nestes casos somente em um dos QDP deve ser prevista a chave seccionadora, para ligação em emergências.

8.3.11.h – Identificação das fases dos circuitos secundários

As fases dos circuitos secundários devem ser identificadas nas saídas dos transformadores, nas entradas e nas saídas dos circuitos dos QDP's e nas caixas de passagem/derivação dos circuitos secundários e também nas entradas dos consumidores.

A identificação deve ser feita como mostrado no *desenho 24*.

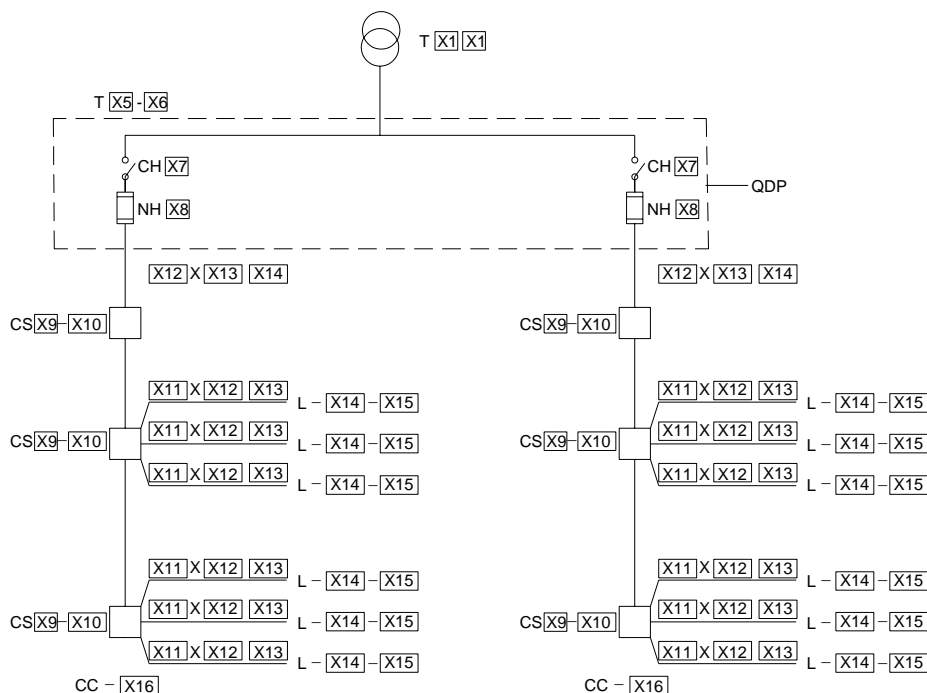
8.3.11.i – Identificação do número do circuito secundário.

A identificação do número do circuito secundário deve ser feita nas saídas dos QDP's e nas caixas de passagem/derivações e em conformidade com o *desenho 25*.

8.3.11.j – Identificação dos lotes/residências.

A identificação dos lotes (loteamentos não edificados) a serem alimentados através dos dutos, e das residências (loteamentos edificados) alimentadas pelos ramais de entrada, deve ser feita nas caixas de passagem/derivações. A identificação poderá ser feita através de placas fixadas por parafusos com buchas ou por fita de dupla face como mostrado no *desenho 26*

DESENHO 23
 DIAGRAMA PARA
 IDENTIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS SECUNDÁRIOS

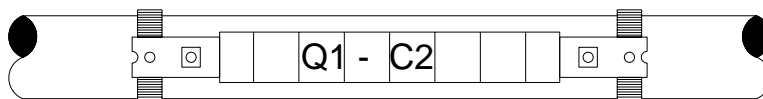


LEGENDAS DO DIAGRAMA UNIFILAR		
CÓD.	DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
T	TRANSFORMADOR	
X1	Tipo do transformador	X1=P (pedestal) , X1=A (em poste)
X2	Classe de tensão	X2=1 (15 kV) , X2= (25 kV)
X3	Potência nominal do transformador	45 kVA - 75 kVA - 112,5 kV – 150 kVA – 300 kVA
X4	Nº do transformador	
Q	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM PEDESTAL – QDP	
X5	Largura do quadro	X5=0 (590 mm), X5=1 (785 mm)
X6	Nº do QDP	
CH	CHAVE SECCIONADORA DO QDP	
X7	Corrente nominal em A	160, 250, ou 400
NH	FUSÍVEL NH	
X8	Corrente nominal em A	80, 125, 200, 250
CS	CAIXA DE PASSAGEM/DERIVAÇÃO	
X9	Tipo	
X10	Nº da caixa	
CB	CABO	
X11	Nº de cabos	
X12	Seção do cabo – mm ²	
X13	Material do condutor	X13=C (cobre), X13=A (alumínio)
L	LOTE	
X14	Identificação da quadra	Números – letras
X15	Identificação do lote	Número do lote
CC	CIRCUITO	
X16	Nº do circuito	

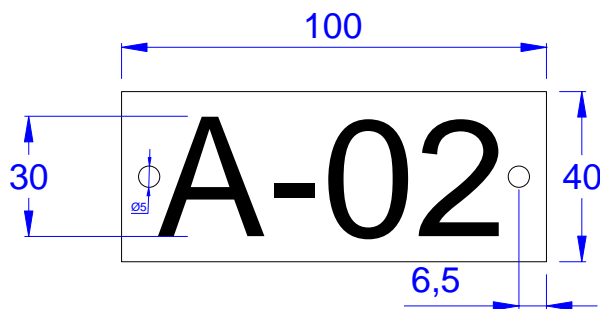
DESENHO 24
IDENTIFICAÇÃO DAS FASES DOS CABOS
DA REDE DE BT



DESENHO 25
IDENTIFICAÇÃO DO Nº DO CIRCUITO
SECUNDÁRIO



DESENHO 26
IDENTIFICAÇÃO DOS LOTES
OU RESIDÊNCIAS



8.3.12 – Transformador

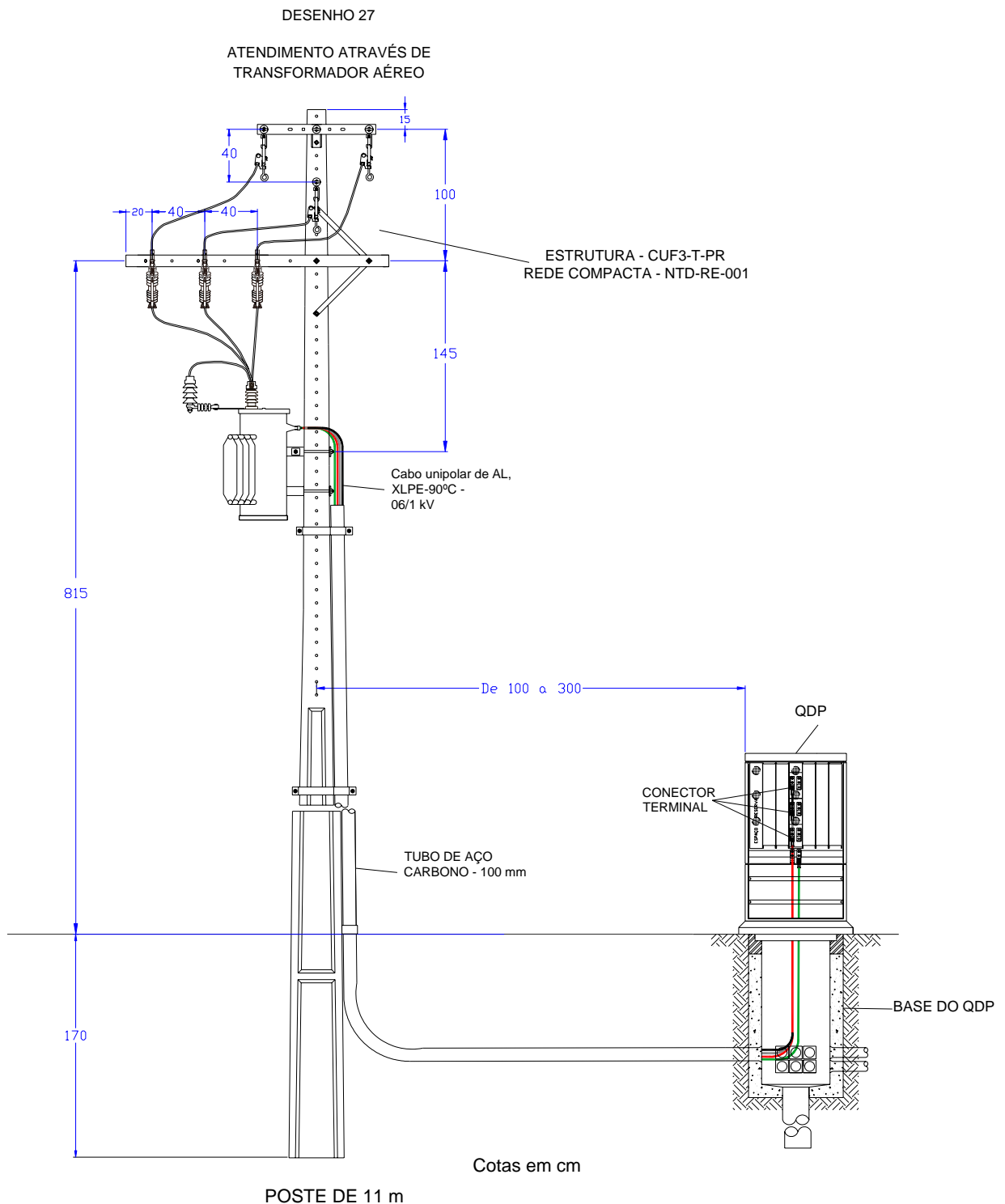
As redes subterrâneas secundárias podem ser atendidas por dois tipos de transformadores: Transformadores aéreos (em poste) e transformadores em pedestal.

8.3.12.a – Atendimento com Transformador aéreo.

A opção por transformador aéreo, instalado em poste, deve ser considerada como alternativa para pequenos loteamentos, cuja rede secundária subterrânea possa ser suprida por 1 ou 2 transformadores, ou em loteamentos cuja urbanização permita a construção da rede primária aérea, da instalação dos transformadores, e dos QDP's em locais onde não haja lotes.

A rede primária aérea deverá ser do tipo compacta com cabos protegidos e estar de acordo com a Norma Técnica – NTE-RE-001 – da REDE Empresas de Energia Elétrica.

O transformadores aéreos devem obedecer a Especificação Técnica de Distribuição – ETD 57005-001 da REDE Empresas de Energia Elétrica e deverá ser instalado conforme mostrado no *desenho 27*.



8.3.12.b – Atendimento com transformador em pedestal.

Para o atendimento a redes de distribuição subterrâneas podem também ser empregados transformadores do tipo “em pedestal”. Esses transformadores em pedestal são instalados ao tempo, sobre uma base de concreto. Entre a base metálica do transformador e o concreto deve ser instalado um tapete de borracha nitrilica. (ver *desenho 28*)

Os transformadores em pedestal possuem, acoplados ao tanque, dois compartimentos blindados com portas frontais, um para a média tensão e outro para a baixa tensão- (ver *desenho 29*).

As buchas primárias dos transformadores em pedestal devem ser do tipo desconectável – tipo poço - “bushing well” . As buchas secundárias do transformador em pedestal de até 300 kVA's devem estar de acordo com a NBR- 5.437

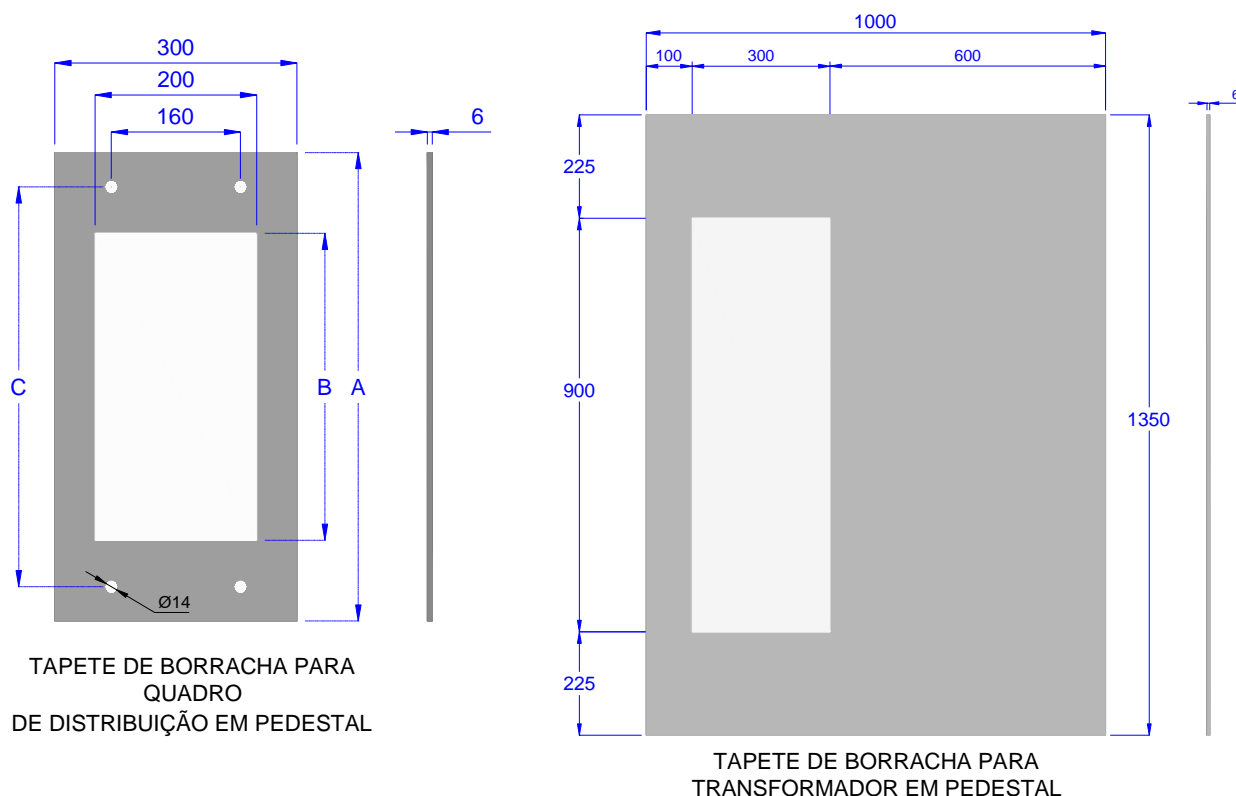
As potências nominais padronizadas dos transformadores em pedestal são: 75, 150, 225 e 300 kVA

O transformador em pedestal deve ser fornecido com uma barra de aterramento, fixada internamente nos seus compartimentos, para fazer as conexões dos cabos de aterramento, referentes à blindagem dos cabos, elementos desconectáveis, neutro do transformador e dos circuitos secundários. A barra de terra deve ser instalada com furos voltados para a frente, e ficar a uma distância de 50 mm da caixa do transformador.

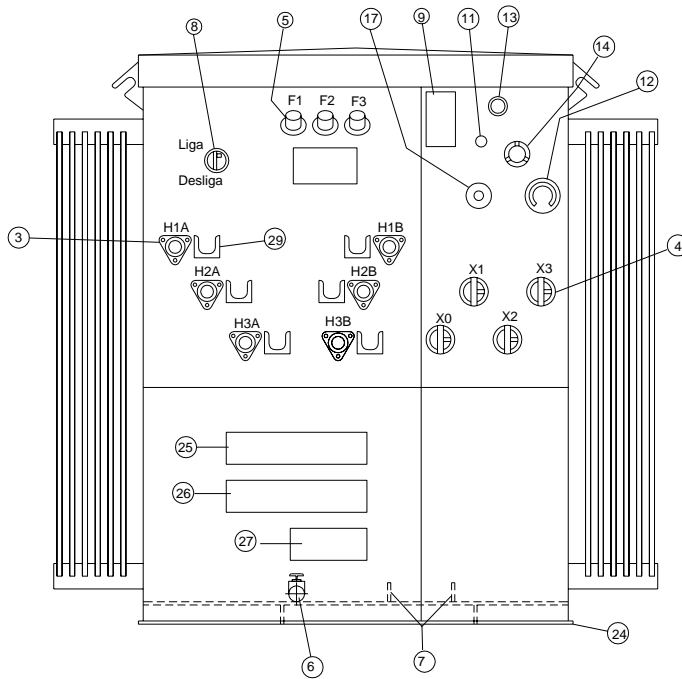
O transformador em pedestal deve ser fornecido com os seguintes dispositivos:

- Comutador de derivações com mudança simultânea nas três fases, para operação sem tensão e com acionamento externo localizado no compartimento de média tensão;
- Válvula globo para drenagem de líquido isolante;
- Bujão para enchimento de óleo isolante;
- Indicador de nível de óleo isolante;
- Termômetro indicador para óleo isolante;
- Manômetro indicador para gás inerte;
- Dispositivo de alívio de pressão;
- Dispositivo para preenchimento de gás.

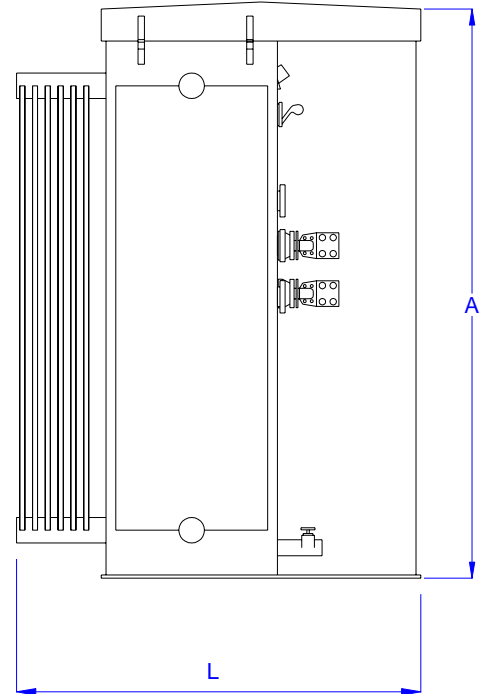
DESENHO 28



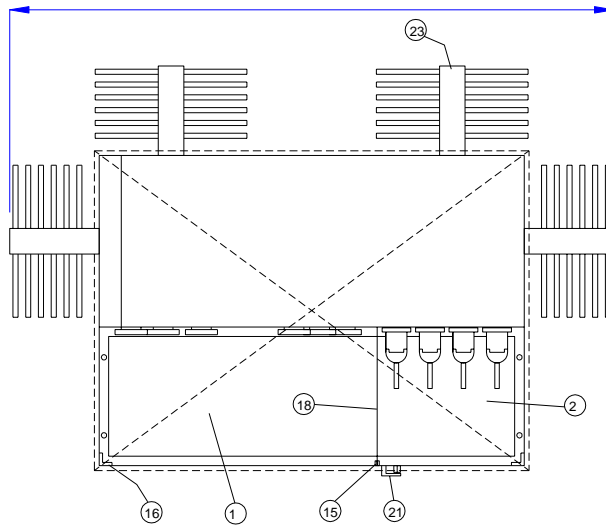
**DESENHO 29
TRANSFORMADOR EM PEDESTAL**



VISTA FRONTAL
C



VISTA LATERAL



VISTA DE CIMA

- 01 - Compartimento de AT
- 02 - Compartimento de BT
- 03 - Buchas de AT
- 04 - Buchas de BT
- 05 - Suporte p/ fusível tipo baioneta
- 06 - Registro para drenagem
- 07 - Dispositivo de aterramento
- 08 - Chave de abertura em carga
- 09 - Placa de identificação
- 10 - Placa de advertência interna
- 11 - Válvula de pressão
- 12 - Termômetro
- 13 - Dispositivo p/ ligação de filtro prensa
- 14 - Indicador de nível de óleo
- 16 - Jumper de ligação
- 17 - Acionamento do comutador
- 18 - Divisória
- 19 - Gancho de suspensão
- 20 - Tampa parafusada
- 21 - Fecho cremona com maçaneta
- 22 - Placa de advertência externa
- 23 - Radiadores
- 24 - Base
- 25 - Tensão nominal
- 26 - Letra C + pot. nominal
- 27 - Numeração de série
- 28 - Numeração patrimonial
- 29 - Dispositivo para repouso de cabos e P. raios

kVA	A (Max) mm	C (Máx) mm	L (Máx) mm
75	1320	1075	990
150	1365	1075	1020
225	1490	1075	1140
300	1715	1465	1165

8.4 – Projeto e construção da rede primária

8.4.1 – Condutores padronizados para a rede primária

os cabos da rede de média tensão devem atender aos seguintes requisitos:

- Material : alumínio;
- Seção – circular compactada;
- Classe de isolamento : 8,7/15 kV;
- Material isolante : XLPE ;
- Cobertura : PVC;
- Tipo de cabo : Triplexado ou unipolar;
- Identificação : As fases devem ser identificadas através das seguintes cores: fase A = Azul, fase B = Verde; fase C = Vermelho;
- Seções padronizadas : 35, 70, 150, 240 e 400 mm².

As características básicas dos cabos da rede primária estão mostradas na *Tabela 15* a seguir:

Tabela 15 - Cabos da rede de média tensão – características elétricas e mecânicas básicas					
Descrição	3 Cabos	3 Cabos	3 Cabos	3 Cabos	3 Cabos
	3 x1x35 mm ²	3 x1x 70 mm ²	3 x1x 150 mm ²	3 x1x 240 mm ²	3 x1x 400 mm ²
Dados de um cabo					
Seção (mm ²)	35	70	150	240	400
Resistência (Ohm/km) a 20° C em CC	0,868	0,443	0,206	0,125	0,0778
Diâmetro nominal do alumínio (mm)	6,87	9,75	12,9	16,00	23,41
Espessura da isolação (mm)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Espessura da cobertura (mm)	1,5	1,6	1,6	1,8	2,0
Blindagem (seção equivalente (mm ² /fase) (1))	6,16	6,16			
Diâmetro externo nominal (mm)	23	25,5	31	35,5	40,5
Resistência de Seq. Positiva + (Ohm/km) (2)	1,113	0,568	0,264	0,16	0,1
Reatância de Seq. Positiva (Ohm/km) (2)	0,17	0,15	0,131	0,121	0,114
Resistência de Seq. Zero (Ohm/km) (2)	1,64	1,11			0,544
Reatância de Seq. Zero (Ohm/km) (2)	2,41	2,37			0,19
Capacidade de condução (A) (3)	101	150	250	335	440

(1) A blindagem admite corrente de curto-circuito de 750 A durante 1s.

(2) Temperatura de operação do condutor: 90 °C;

(3) - circuito com cabos isolados em XLPE, temperatura do condutor = 90 °C, cobertura em PVC, 3 condutores carregados, instalados em eletroduto enterrado no solo a 60 cm de profundidade, agrupados em trifólio. Temperatura do solo a 60 cm = 25 °C, fator de carga 100%

8.4.2 – Concepção e informações básicas sobre a rede primária

8.4.2.a - Os circuitos primários devem ser trifásicos, radiais com ou sem recursos, constituídos de condutores isolados de alumínio instalados em dutos corrugados de PEAD diretamente enterrados.

8.4.2.b - Os bancos de dutos de circuitos primários podem ser instalados em passeios/calçadas ou vias de circulação de veículos. Normalmente os circuitos primários são instalados em vias de circulação de veículos à profundidade mínima de 800 mm. Caso haja espaço disponível podem ser instalados nos passeios/calçadas à uma profundidade mínima de 600 mm.

8.4.2.c - A configuração básica dos circuitos primários (rota) é função das características da área a ser atendida, da rede elétrica nas proximidades e do grau de confiabilidade do fornecimento a ser adotado, de maneira a compatibilizá-lo com a importância da carga a ser atendida.

8.4.2.d - Deverão ser instaladas derivações, nos circuitos primários, para alimentação de transformadores ou consumidores primários. Essas derivações deverão ser constituídas de acessórios desconectáveis instalados em caixas de inspeções.

8.4.2.e - O circuito primário subterrâneo de um novo empreendimento normalmente é conectado a circuito(s) primário(s) aéreo(s) existente(s) nas proximidades.

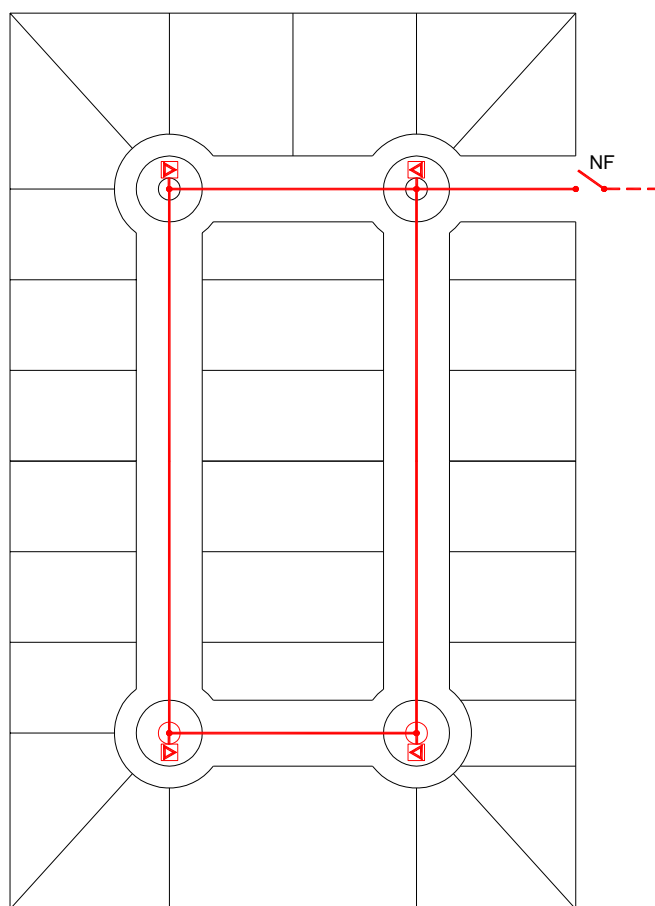
8.4.2.f - Configurações típicas para atendimento de novos empreendimentos podem ser observadas nos desenhos 30, 31 e 32.

8.4.2.g - Trechos radiais de circuitos primários subterrâneos são admissíveis para ligação de um único transformador em pedestal, ou consumidor primário, desde que o comprimento não seja superior a 200 m e que não tenha emendas.

8.4.2.h - Circuitos primários instalados em vias públicas devem ter o traçado e a localização aprovados pela Prefeitura.

DESENHO 30

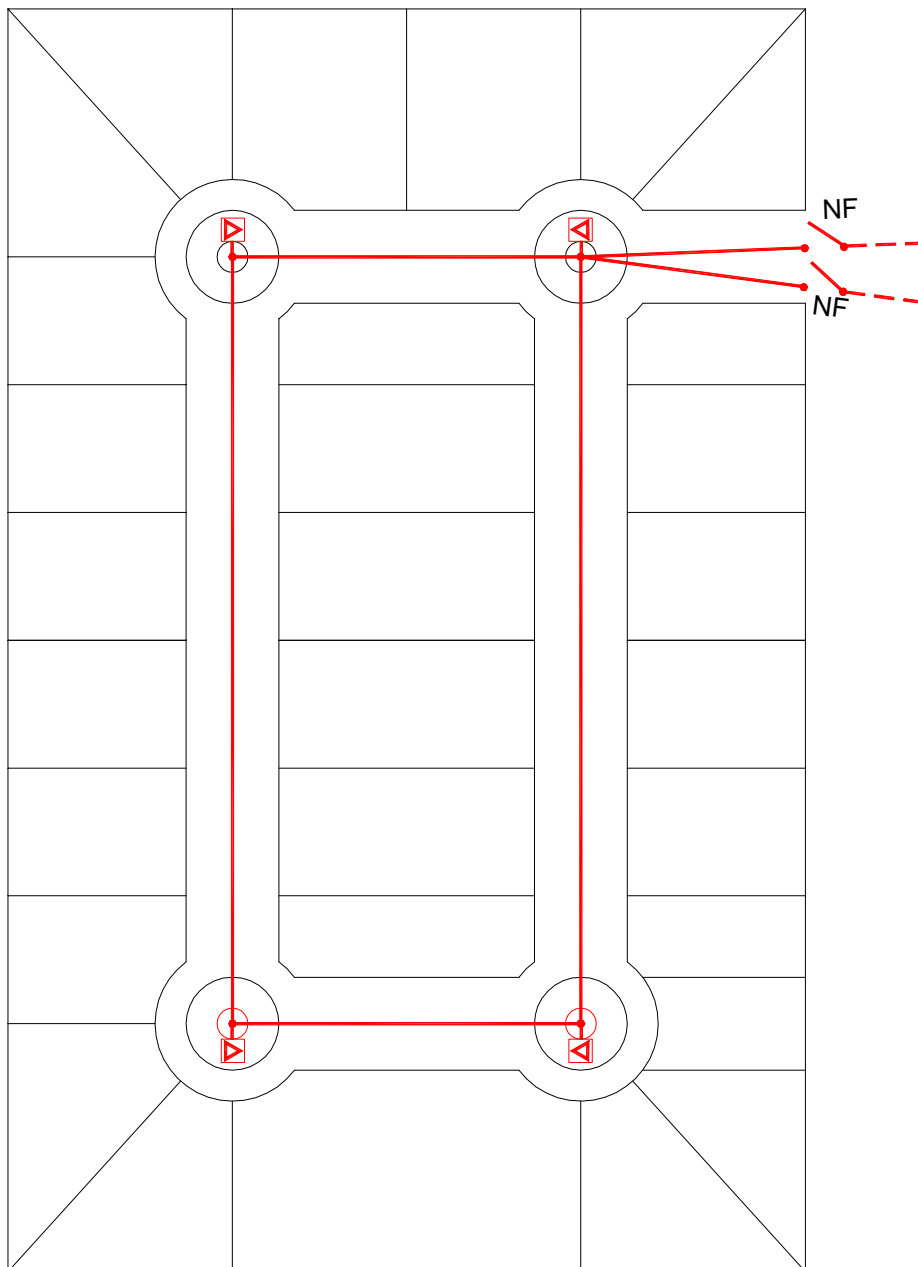
CIRCUITO PRIMÁRIO RADIAL SEM RECURSO



- - - - - Circuito primário aéreo
- Circuito primário subterrâneo
- ▣ Transformador em pedestal
- Caixa de inspeção
- NF Poste de transição- circuito aéreo - subterrâneo

DESENHO 31

CIRCUITO PRIMÁRIO RADIAL COM RECURSO - ENTRADA ÚNICA




--- Circuito primário aéreo

— Circuito primário subterrâneo

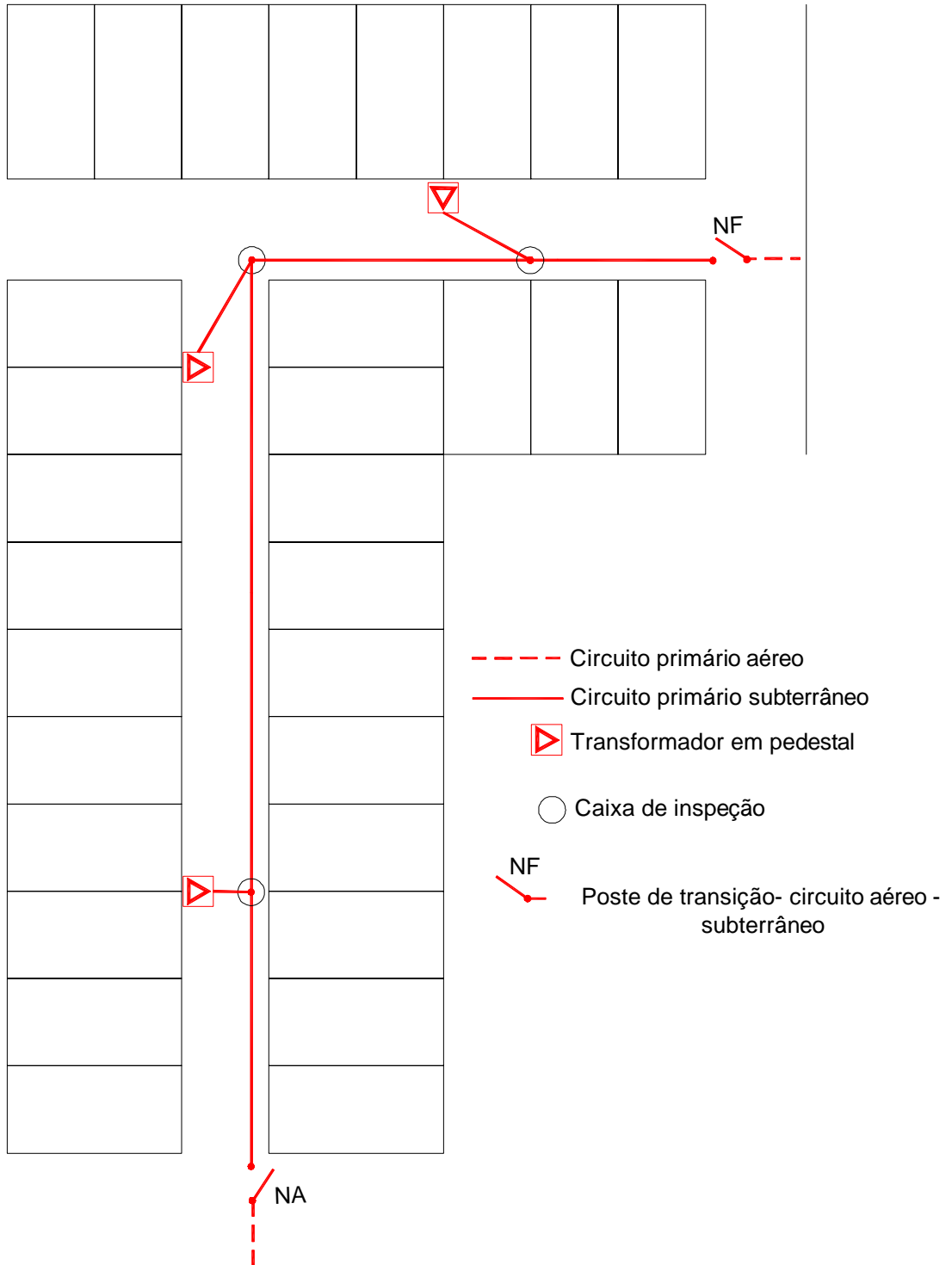
▣ Transformador em pedestal

○ Caixa de inspeção

NF
 Poste de transição- circuito aéreo - subterrâneo

DESENHO 32

CIRCUITO PRIMÁRIO RADIAL COM RECURSO -
ENTRADAS DIFERENTES



8.4.2.h – Circuitos primários não devem ser instalados em áreas alagadiças ou em locais próximos a árvores (existentes ou previstas) cujas raízes possam danificar as canalizações.

8.4.2.i – Para possibilitar uma instalação adequada, sugere-se considerar um acréscimo de 6 m de cabo primários por trecho de rede.

8.4.2.j – As fases do circuito primário devem ser identificadas nas entradas/saídas de transformadores, caixas de inspeção, entradas de consumidores primários, etc, com as seguintes cores:
Fase A - Azul; Fase B - Verde; - Fase C - Vermelho.

8.4.3 – Queda de tensão

A máxima queda de tensão na rede primária, desde a subestação da Concessionária até o transformador que alimenta o circuito de BT subterrâneo, não deve ser superior a 3 %. Tendo em vista que as redes primárias subterrâneas, de empreendimentos típicos, são de pequena extensão, e que a quase totalidade da queda de tensão é causada pela rede aérea, da qual a rede subterrânea deriva, o projeto elétrico da rede primária poderá dispensar o cálculo de queda de tensão, desde que o comprimento dessa rede não ultrapasse 3 km de extensão. Quando necessário os cálculos de queda de tensão podem ser feitos considerando-se os parâmetros indicados na *tabela 15*.

8.4.4 – Acessórios desconectáveis, emendas retas e terminais externos dos circuitos primários.

8.4.4.a – Os acessórios desconectáveis devem ser usados em:

- fins de circuitos ou em locais estratégicos para execução de manobras em contingências;
- pontos intermediários dos circuitos primários onde houver derivações ou previsão para utilização das mesmas;
- pontos onde houver mudança de bitola de cabos;
- conexões de equipamentos (transformadores, chaves, etc);
- pontos estratégicos para execução de manobras em contingência

8.4.4.b – O comprimento máximo de trecho de circuito primário que pode ser instalado sem os acessórios desconectáveis é de 500 m.

8.4.4.c – Para cabos de até 95 mm² (derivações, conexões de equipamentos, emendas, etc) devem ser usados acessórios desconectáveis de corrente nominal de 200 A – 15/25kV – operação sem carga. Para cabos de bitolas superiores os acessórios desconectáveis devem ser de 600 A. Os acessórios desconectáveis padronizados (ver *desenho 34*) e respectivas siglas de identificação estão mostrados a seguir:

- TDC : terminal desconectável cotovelo;
- TDR: terminal desconectável reto;
- PIS : plugue de inserção simples;
- PID: plugue de inserção duplo;
- PT-3: plugue com 3 terminais “macho” para conexões de TDC/TDR’s;
- PT-2: plugue com 2 terminais “macho” para conexões de 2 TDC/TDR’s, e 1 terminal “fêmea” para conexão de PT-3 ou bucha/plugue de inserção de transformador;
- PIB: plugue isolante blindado;
- RIB: receptáculo isolante blindado;
- PAT: plugue de aterramento;
- TBB: terminal básico blindado;
- PC: plugue de conexão;
- PR: plugue de redução;
- PBI: plugue básico isolante;
- CTB: conector de TBB;
- ATB: adaptador de TBB.

Obs. TDC, TDR, CTB e ATB devem ser especificados em função do cabo.

8.4.4.d – Todos os acessórios desconectáveis devem ser instalados em caixas de inspeção ou nos cubículos de média tensão dos transformadores em pedestal ou internamente nas chaves em pedestal ou cubículos de chaves abrigadas.

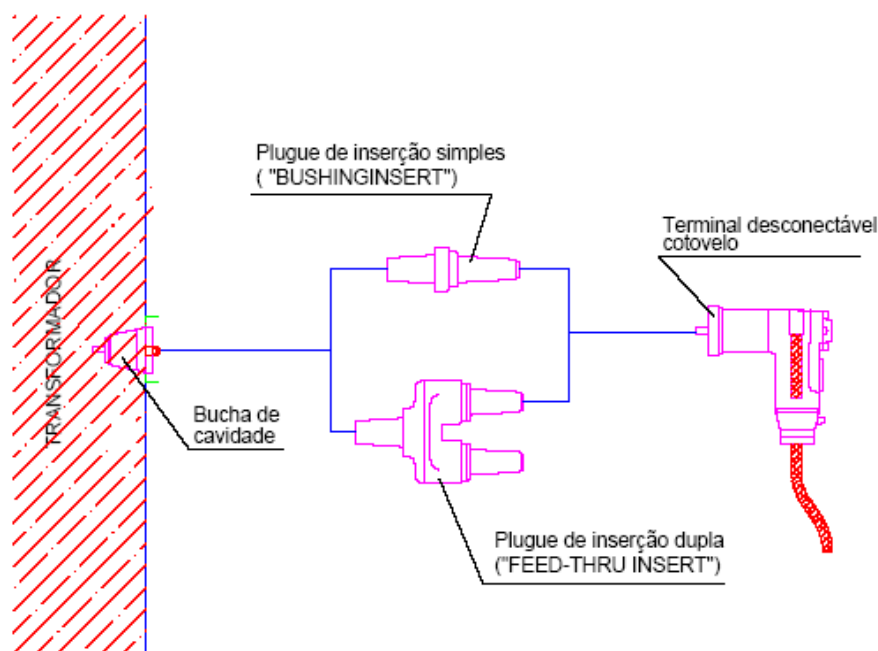
8.4.4.e – Emendas retas – emendas retas simétricas unipolares devem ser instaladas em locais onde não haja previsão para futuras derivações, podendo ser enfiadas, termocontráteis ou contráteis a frio. Essas emendas devem ser montadas em caixas de inspeção, não são aceitas emendas montadas dentro de canalizações.

8.4.4.f – Terminais externos - os terminais externos são utilizados nas extremidades dos cabos primários do circuito subterrâneo para conexão com a rede aérea. Os terminais devem ser unipolares, do tipo contrátil a frio, termocontrátil ou modular.

8.4.4.g – Conexão do transformador em pedestal – os transformadores em pedestal devem ser conectados nos circuitos primários utilizando-se acessórios desconectáveis, conforme mostrado no *desenho 33*.

- Os transformadores em fim de linha devem ser conectados através de plugues de inserção simples – “bushing insert” - (1 por fase) e terminais desconectáveis tipo cotovelo (1 por fase)
- Os transformadores ao longo do trecho do circuito devem ser conectados através de plugues de inserção dupla – “feed-thru insert” – (1 por fase) e terminais desconectáveis tipo cotovelo (2 por fase). Devido aos seus custos, recomenda-se a utilização de plugues de inserção dupla quando o transformador em pedestal (sua base) estiver no traçado de ramal primário e a sua utilização evitar a construção de uma caixa de inspeção primária para instalar as emendas de derivações.
-

Desenho 33



8.4.5 – Indicador de defeitos

8.4.5.a – Indicadores de defeitos devem ser instalados com o objetivo de auxiliar na localização de eventuais falhas que ocorram nos circuitos primários ou transformadores de distribuição.

8.4.5.b – Indicadores de defeitos devem ser instalados conforme a seguir:

- no circuito principal após cada derivação;
- no início de cada derivação, desde que o comprimento da mesma seja superior a 200 m;
- em pontos intermediários para limitar o comprimento máximo entre dois indicadores em 500 m. Em trechos de circuitos expressos, sem cargas conectadas ao longo dos mesmos, podem ser considerados trechos de até 1000 m entre indicadores de defeitos.

8.4.5.c – Os indicadores de defeito deverão ser instalados em caixas de inspeção ou transformadores em pedestal. Nas caixas de inspeção devem ser fixados próximos ao tampões a fim de permitir a visualização dos mesmos sem a entrada do pessoal nas caixas de inspeção..

8.4.5.d – A sinalização de defeito deve ser mantida por um período mínimo de 4 horas e o dispositivo sinalizador pode estar situado a até 15 m do dispositivo sensor de corrente.

8.4.5.e – os indicadores podem ser trifásicos ou monofásicos (3 unidades sendo uma em cada fase) e devem possibilitar a instalação sem necessidade de seccionamento dos cabos.

8.4.5.f – O rearme do indicador de defeito, após a restauração do circuito, deve ser automático.

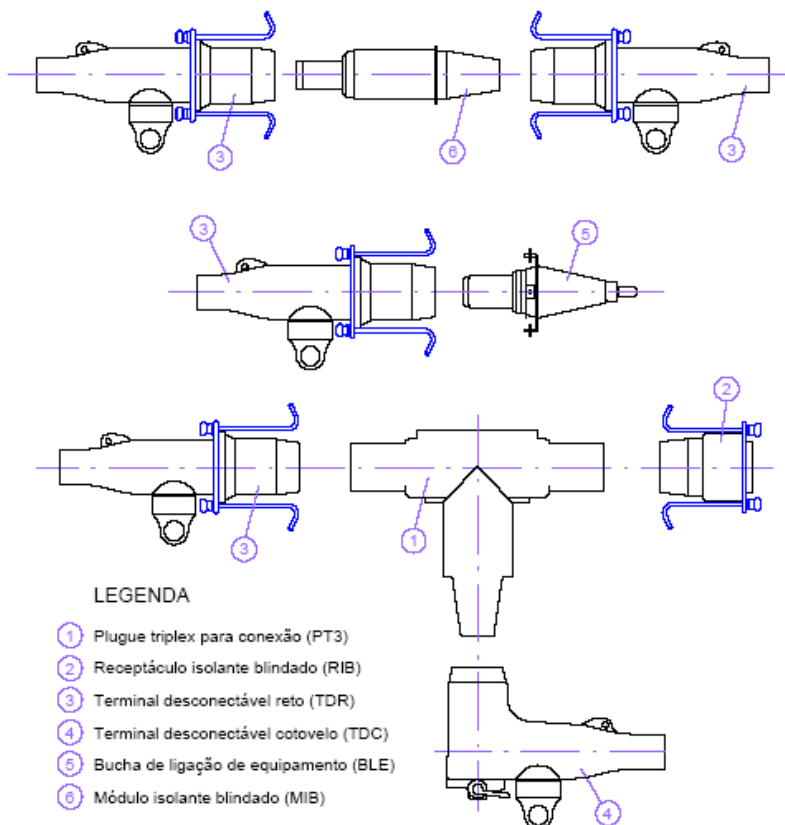
8.4.5.g – A corrente de atuação, dos indicadores de defeito que atuam em função do valor da corrente que circula no cabo, deve ser ajustada como mostrado na *tabela 16* a seguir:

Tabela 16 - Conductor da rede primária				
35 mm ²	70 mm ²	150 m ²	240 mm ²	400 mm ²
Corrente de atuação do Indicador de defeito (A)				
200	300	500	700	800

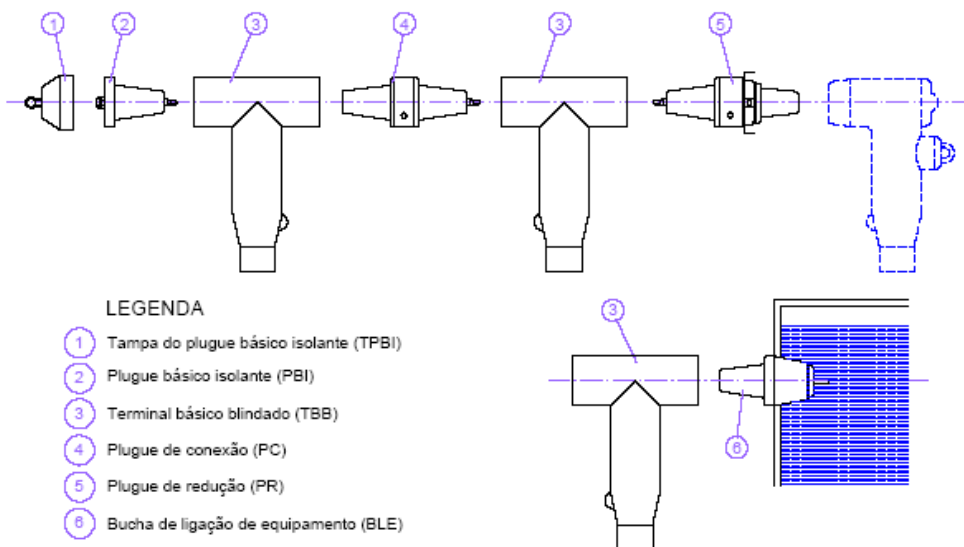
8.4.5.h – A corrente de atuação, dos indicadores de defeito que atuam em função do valor da corrente de desequilíbrio, deve ser ajustada para 20 A.

Desenho 34 - Acessórios desconectáveis

a) 200 A



b) 600 A



8.4.6 – Ligação de consumidores primários

8.4.6.a – Consumidores primários, com carga instalada acima de 75 kW, devem ser alimentados através de ramais de entrada primários derivados do circuito primário com a utilização de acessórios desconectáveis.

8.4.6.b – Para consumidores primários com demanda contratada acima de 300 kVA, a fim de que eles possam ser desligados sem interrupção do circuito primário, é obrigatório a instalação de uma chave seccionadora trifásica de 2 vias, que pode ser:

- submersível motorizada, instalada na caixa de inspeção correspondente à derivação do ramal de entrada do consumidor;
- pedestal ou abrigada, instalada internamente na sua propriedade no limite da via pública.

Notas

- O acesso permanente do pessoal da concessionária a essas chaves deve ser garantido.
- consumidores com carga instalada acima de 75 kW poderão solicitar atendimento em BT, que poderá ser aceito ou não pela Concessionária.

8.4.7 – Poste de transição aéreo – subterrâneo.

8.4.7.a – A interligação da rede subterrânea com a rede aérea é feita em postes denominados – postes de transição-, onde são instalados os terminais dos cabos subterrâneos.

8.4.7.b – O poste de transição deve ser instalado no terreno do empreendimento. Quando isso não for possível ele deve ser instalado externamente ao empreendimento, desde que o empreendedor assuma todos os custos correspondentes.

8.4.7.c – A uma distância de, no máximo, 10 m do poste de transição, deve ser instalada uma caixa de inspeção. Distância superior a 10 m, mas inferior a 100 m, pode ser considerada desde que seja instalada uma caixa CS-1 a no máximo 3 m do poste de transição.

8.4.7.d – Na transição dos circuitos aéreos para os subterrâneos devem ser instalados equipamentos, de acordo com a capacidade de transformação instalada e/ou comprimento dos circuitos, como definido a seguir:

- Capacidade de transformação instalada igual ou inferior a 750 kVA e/ou comprimento de circuito primário igual ou inferior a 500 m.

No poste de transição.

Chaves fusíveis de distribuição unipolares, pára-raios de óxido metálico, terminais externos unipolares. A instalação destes equipamentos deve obedecer ao padrão de montagem de rede aérea urbana da Concessionária.

Observação. Os elos fusíveis das chaves fusíveis devem ser dimensionados de forma a ficarem coordenados com os fusíveis de proteção dos transformadores e com o dispositivo de proteção de sobrecorrentes existente imediatamente à montante.

- Capacidade de transformação instalada entre 750 e 2000 kVA e/ou comprimento de circuito primário entre 500 e 2000 m.

No poste de transição

Chaves facas de distribuição monopulares, pára-raios de óxido metálico, terminais externos unipolares

No poste anterior ao poste de transição

Chave seccionadora trifásica de operação em carga. As energizações e desenergizações dos circuitos subterrâneos deverão ser feitas por intermédio dessa chave.

- Capacidade de transformação instalada acima 2000 kVA e/ou comprimento de circuito primário superior a 2000 m.

No poste de transição

Chaves facas de distribuição monopulares, pára-raios de óxido metálico, terminais externos unipolares

No poste anterior ao poste de transição

Religador trifásico automático, ajustado para uma operação. O religador deve ter dispositivo para abertura por falta de tensão em uma ou duas fases. . As energizações e desenergizações dos circuitos subterrâneos deverão ser feitas por intermédio desse religador.

Observação. O ajustes do religador devem ser dimensionados de forma que a sua atuação seja coordenada com os fusíveis dos transformadores e com o dispositivo de proteção de sobrecorrentes existente imediatamente à montante.

8.4.7.e – Nos circuitos subterrâneos alimentados por 2 pontos distintos, os religadores ou chaves deverão operar normalmente fechados em um dos postes de transição (alimentação preferencial) e normalmente abertos no outro.

8.4.7 – Proteção contra sobrecorrentes.

8.4.7.a – Proteção do transformador em pedestal

Os transformadores em pedestal devem ser fornecidos com dispositivos de proteção contra sobrecorrentes instalados internamente aos mesmos. Para isso devem possuir incorporados, fusíveis de expulsão do tipo “dual element” instalados em baionetas e fusíveis limitadores de corrente imersos em óleo.

Os fusíveis de expulsão possuem baixa capacidade de interrupção (2,5 kA para 13,8 kV) e devem interromper principalmente correntes resultantes de defeitos nos circuitos secundários. Após a eliminação do defeito, a substituição do fusível poderá ser feita através da extremidade da baioneta localizada no compartimento de média tensão. Essa substituição deverá ser feita com o transformador desenergizado.

Correntes superiores à capacidade de interrupção dos fusíveis de expulsão, normalmente resultantes de defeitos internos ao transformador, devem ser interrompidas pelos fusíveis limitadores de corrente. Neste caso, para a substituição desses elos será necessário remover o transformador até uma oficina.

As correntes nominais dos fusíveis de expulsão e dos fusíveis limitadores de corrente estão mostrados na *tabela 17* a seguir:

Tabela 17

Tensão primária de operação do transformador - (kV)	Fusível	Potência nominal do transformador – (kVA)			
		75	150	225	300
		Corrente nominal do fusível (A)			
13,8 e 11,4	Tipo expulsão	6	15		25
	Limitador de corrente	30	50		65

Observação: Critérios adotados para definição dos elos da tabela acima.

- 1- O fusível não deve operar para $1,5 \times I_n$;
- 2- O fusível não deve operar para até $12 \times I_n$, durante 0,1 s;
- 3- O fusível não deve operar entre 3 a $4 \times I_n$, durante 300 s;
- 4- O fusível deve operar para uma sobrecarga de $1,6 \times I_n$ por um período de 7 horas, com carga anterior de $0,75 \times I_n$ e temperatura de 35°C ;
- 5- O fusível deve operar para uma sobrecarga de $3 \times I_n$ por um período de 2 horas, com carga anterior de $0,75 \times I_n$ e temperatura de 35°C ;
- 6- Os fusíveis são do tipo “dual element”.

8.4.7.b – Proteção dos circuitos secundários

A proteção dos circuitos secundários contra sobrecorrentes é feita através de fusíveis do tipo NH instalados nos quadros de distribuição em pedestal – QDP, que devem ser localizados nas proximidades do transformador (ver *desenho 19*).

Os fusíveis NH devem ser definidos em função das cargas previstas para os circuitos correspondentes, que preferencialmente não devem requerer correntes superiores a 90 % das correntes nominais dos fusíveis. A corrente nominal do fusível NH deve ser menor que a capacidade de condução do cabo do circuito ao qual ele dá proteção.

Para defeitos nos circuitos secundários, os fusíveis NH instalados nos QDP's devem operar antes dos fusíveis de expulsão dos transformadores em pedestal. Para que essa condição de coordenação seja obtida a corrente nominal do elo fusível NH, não deve ser superior aos valores especificados na *tabela 18* a seguir:

Tabela 18

Tensão primária de operação do transformador - (kV)	Potência nominal do transformador em pedestal – (kVA)			
	75	150	225	300
	Corrente nominal máxima do fusível NH (A) – a instalar no QDP			
13,8 e 11,4	125	250	315 (1)	315 (1)

(1) Limitação em função da capacidade de condução do cabo de Al – 185 mm^2 - na condição de fator de carga de 75%

8.4.7.c – Fusíveis nos Postes de Transição para conexão com os circuitos subterrâneos alimentando Transformadores em Pedestal.

No poste de transição, para conexão do circuito aéreo com o subterrâneo, alimentando transformadores em pedestal, a definição das características nominais dos dispositivos de proteção de sobrecorrentes a serem instalados nesse poste, deve ser feita em função da carga prevista e do cabo instalado, considerando-se critérios análogos aos adotados para redes aéreas.

Deve também ser considerada a necessidade de coordenação da proteção entre esses dispositivos instalados no poste de transição e os fusíveis do transformador em pedestal. Defeitos no transformador em pedestal devem ser isolados pela atuação dos fusíveis de expulsão em baioneta ou pelos fusíveis limitadores de corrente do transformador; os defeitos nos circuitos secundários devem ser isolados pelos fusíveis NH do QDP, sem atuação dos dispositivos de proteção instalados no poste de transição.

As correntes nominais mínimas dos elos fusíveis tipo K, instalados nos postes de transição, que dependem da potência do maior transformador em pedestal instalado a jusante, e que atendem os princípios de coordenação citados anteriormente, estão mostradas na *tabela 19* a seguir:

Tabela 19 – Corrente nominal mínima do elo fusível no poste de transição

Potência do maior transformador em pedestal (kVA)	Tensão nominal do circuito primário 13,8 ou 11,4 kV
75	25 K
150	40 K
225	(2)
300	(2)

(2) – Instalar chave seccionadora – limitação imposta pela falta de coordenação entre elos superiores a 40 K com a proteção instalada a montante.

8.4.8 – Proteção contra sobretensões.

8.4.8.a – Em circuitos totalmente subterrâneos normalmente não são utilizados dispositivos de proteção contra sobretensões.

8.4.8.b – Em circuitos subterrâneos derivados de circuitos aéreos, devem ser adotadas as seguintes medidas:

1. Instalação de um jogo de pára-raios (um em cada fase) no(s) poste(s) de transição;
2. Em transformador em pedestal, alimentado por um ramal subterrâneo exclusivo, derivado de circuito aéreo, com comprimento superior a 100 m, devem ser instalados pára-raios acoplados nas buchas do transformador. Nota: devem ser usados pára-raios desconectáveis do tipo cotovelo e plugues de inserção duplos.

8.4.8.c - Em pontos de seccionamento de circuitos primários subterrâneos (utilizando chave seccionadora NA – com ou sem dispositivos de proteção) devem ser instalados pára-raios desconectáveis, acoplados nas buchas primárias correspondentes a cada via aberta.

8.4.8.d – Os pára-raios nos postes de transição deverão ser de óxido metálico, semelhantes aos usados em redes de distribuição aéreas, e instalados entre as chaves/religadores e os terminais dos cabos, com as seguintes características básicas:

- Classe de Tensão – 15 kV
- Tensão Nominal - 12 kV;
- Máxima Tensão de Operação Contínua : 10,2 kV
- Corrente de Descarga Nominal: 10 kA

8.4.8.e – Os pára-raios instalados nas redes subterrâneas devem ser desconectáveis do tipo “cotovelo”, com as seguintes características básicas:

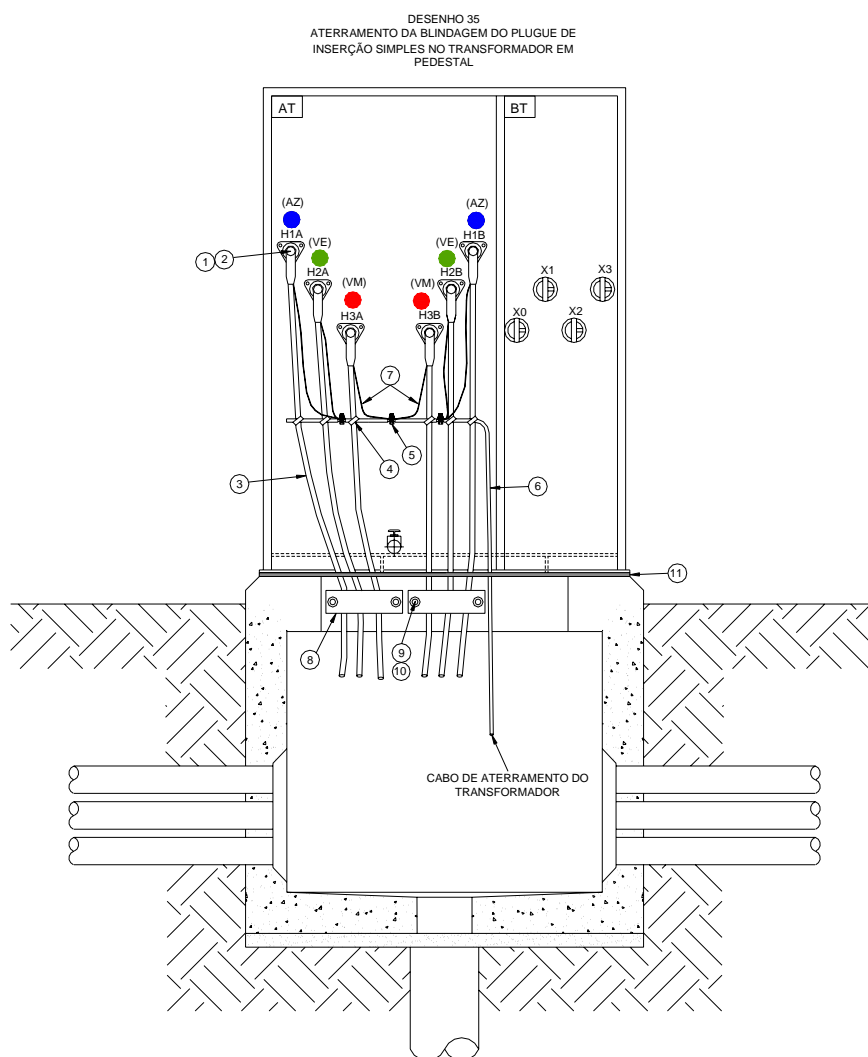
- Classe de Tensão – 15 kV
- Tensão Nominal - 12 kV;
- Máxima Tensão de Operação Contínua : 8,4 kV
- Corrente de Descarga Nominal: 10 kA

8.4.9 – Aterramento

8.4.9.a – Nas redes subterrâneas devem ser aterrados:

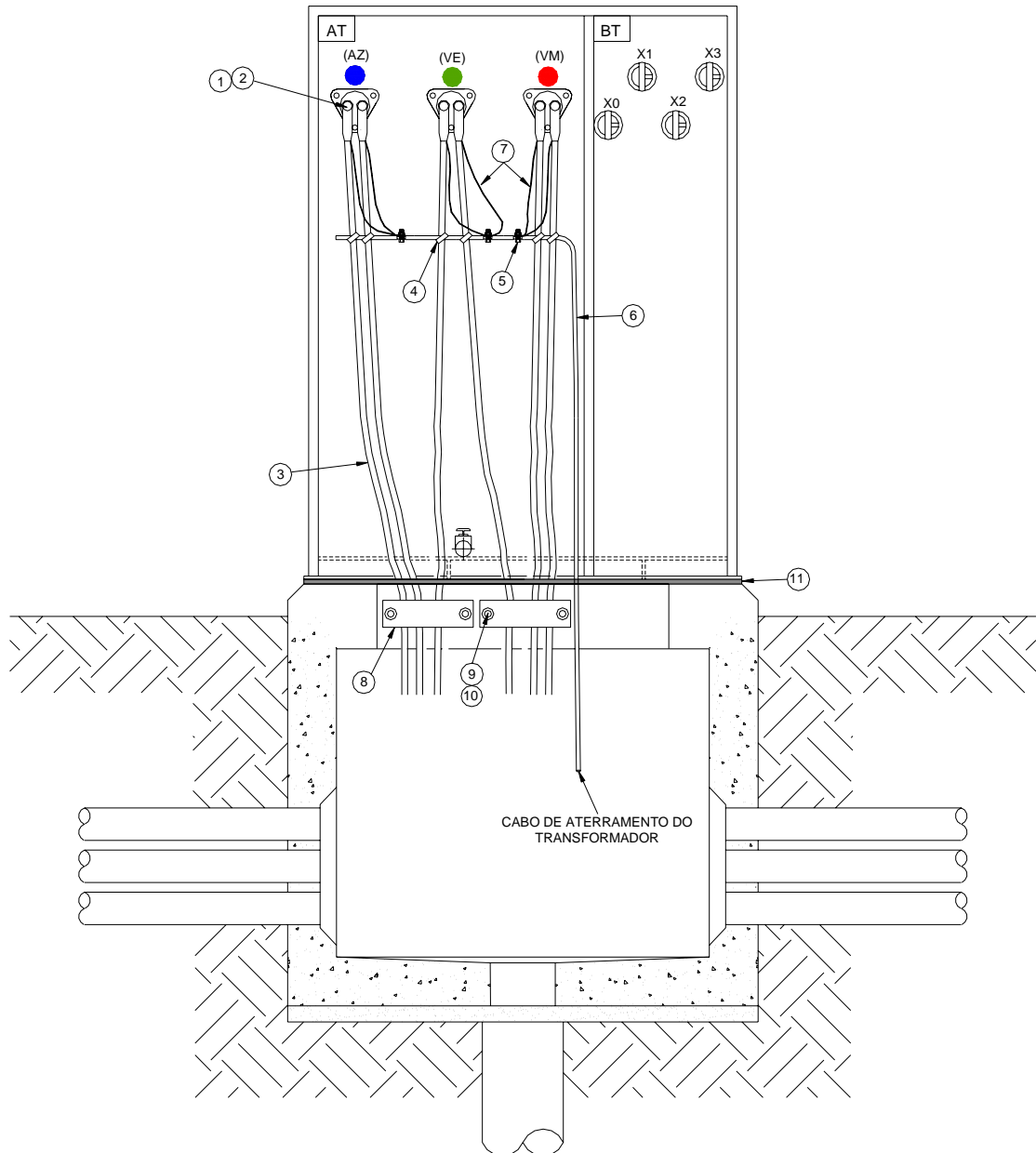
1. As blindagens dos cabos primários em todas as emendas e extremidades (terminais, emendas fixas, desconectáveis e conexões de equipamentos) - ver desenhos 35 e 35 -A.
2. Os acessórios desconectáveis (terminal desconectável cotovelo e reto, terminal básico isolante)
3. O Transformador em Pedestal – ver desenhos 36, 38, 38-A e 39 ;
4. O neutro no final de circuitos secundários quando não há consumidores ligados nos mesmos – ver desenho 40;
5. Quadros de Distribuição em Pedestal – QDP – ver desenho 37;

8.4.9.b – Os aterramentos nas caixas de inspeção devem ser feitos através dos anéis de terra - ver desenhos 41 e 42.



- LEGENDA
- 01 - Plugue de Inserção Simples - PIS
 - 02 - Terminal Desconectável Cotovelo -TDC
 - 03 - Cabo de AT de Alumínio-Isolado -XLPE -8,7/15 kV
 - 04 - Abraçadeira de Nylon
 - 05 - Conector parafuso fendido p/ cabo 35 mm²
 - 06 - Cabo-cobre-isolado-750 V - 35 mm²
 - 07 - Aterramento - Blindagem do Cabo de AT
 - 08 - Taco de Madeira de 3 furos
 - 09 - Chumbador de Expansão-cone e jaqueta-parafuso M12X50
 - 10 - Prisioneiro de Latão - M12X100mm
 - 11 - Tapete de borracha p/ transformador em pedestal

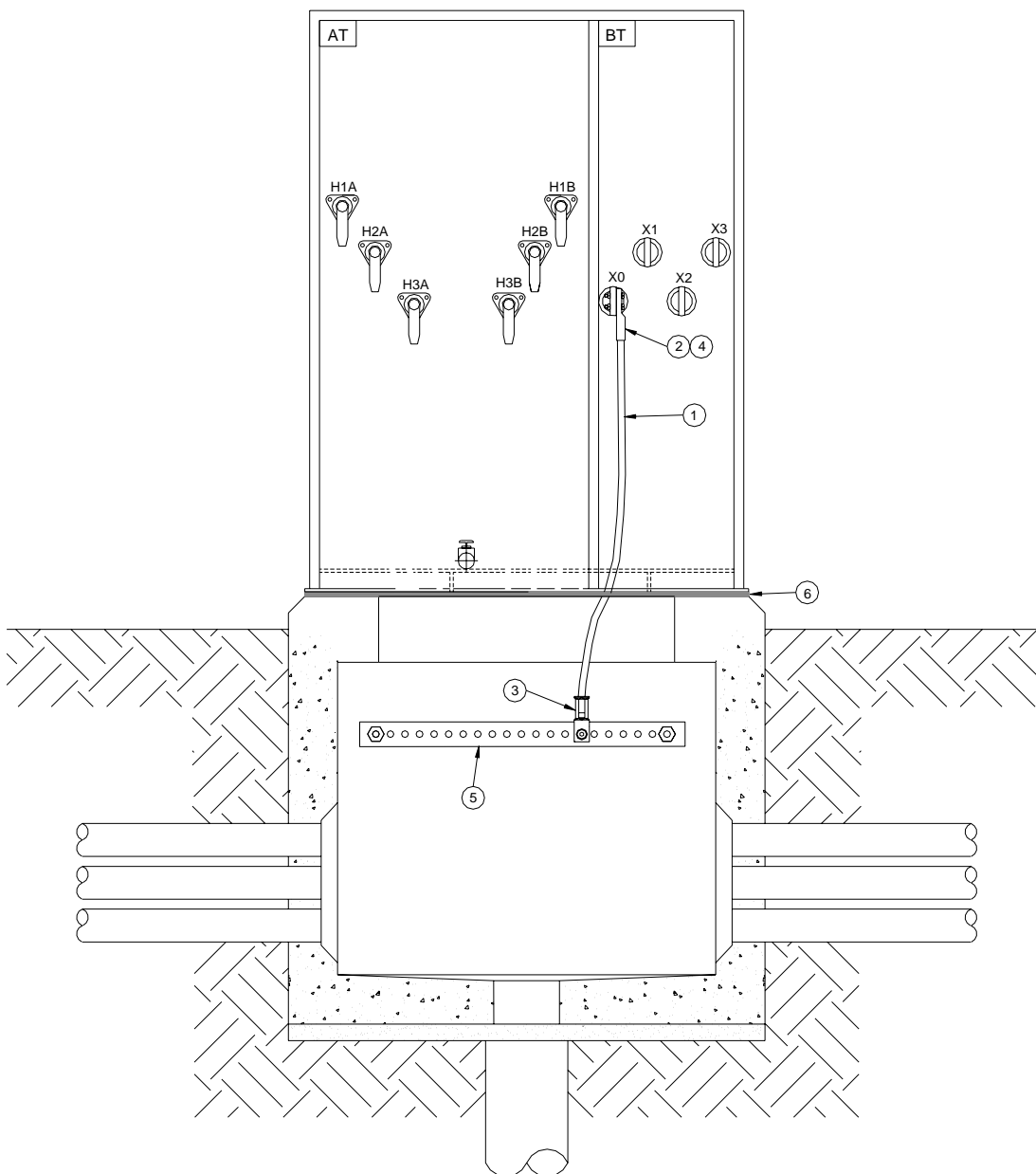
DESENHO 35-A
 ATERRAMENTO DA BLINDAGEM DO PLUGUE DE
 INSERÇÃO DUPLO NO TRANSFORMADOR EM
 PEDESTAL



LEGENDA

- 01 - Plugue de Inserção Simples - PID
- 02 - Terminal Desconectável Cotovelo -TDC
- 03 - Cabo de AT de Alumínio-Isolado -XLPE -8,7/15 kV
- 04 - Abraçadeira de Nylon
- 05 - Conector parafuso fendido p/ cabo 35 mm²
- 06 - Cabo-cobre-isolado-750 V - 35 mm²
- 07 - Aterramento - Blindagem do Cabo de AT
- 08 - Taco de Madeira de 3 furos
- 09 - Chumbador de Expansão-cone e jaqueta-parafuso M12X50
- 10 - Prisioneiro de Latão - M12X100mm
- 11 - Tapete de borracha p/ transformador em pedestal

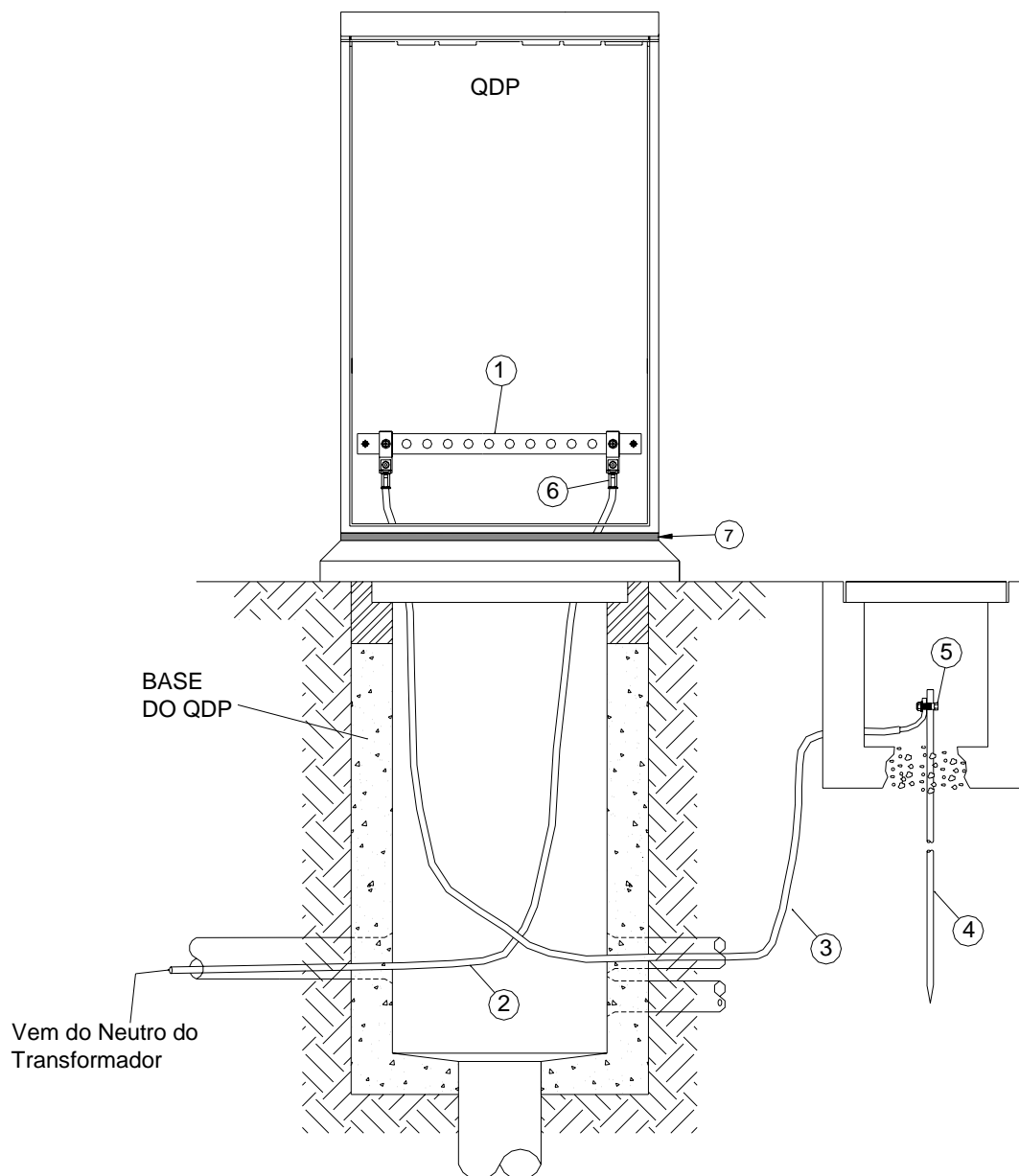
DESENHO 36
ATERRAMENTO DA BUCHA DE NEUTRO DO
TRANSFORMADOR EM PEDESTAL



LEGENDA

- 01 - Cabo de cobre-isolado-750V- bitola adequada
- 02 - Conector terminal de cobre - 2 furos- tamanho adequado
- 03 - Conector terminal de cobre - 1 furo - tamanho adequado
- 04 - Parafuso de cabeça sextavada- M12X45 mm
- 05 - Barramento Terra
- 06 - Tapete de borracha p/ transformador em pedestal

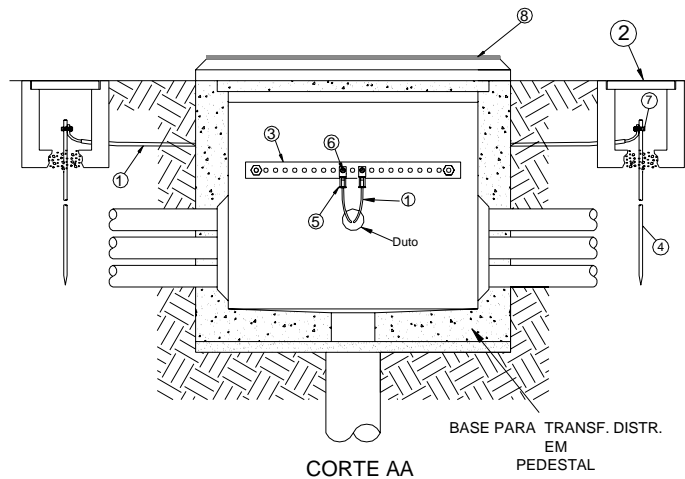
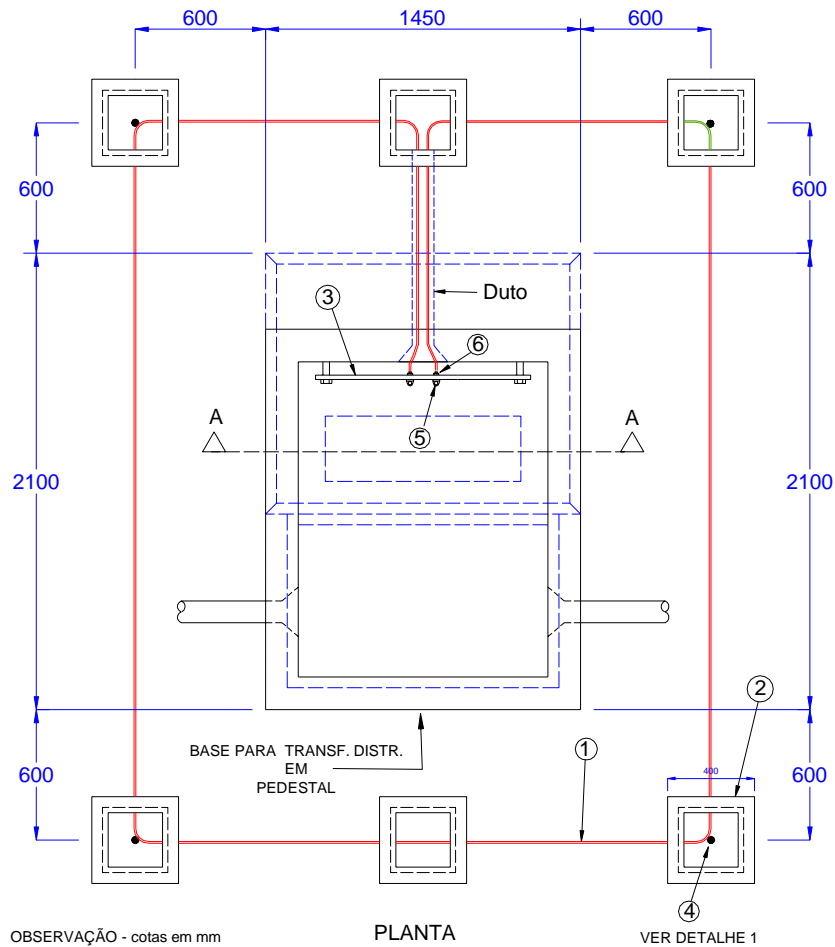
DESENHO 37
 ATERRAMENTO DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM
 PEDESTAL - QDP



LEGENDA

- 01 - Barramento Terra
- 02 - Cabo de cobre isolado-BT - bitola adequada
- 03 - Cabo de cobre isolado-BT - bitola adequada
- 04 - Haste de terra -aço-cobreado - 5/8"- 2400 mm
- 05 - Conector Parafuso fendido estanhado tamanho adequado
- 06 - Conector Terminal de cobre - tamanho adequado
- 07 - Tapete de borracha p/ quadro de distribuição em pedestal

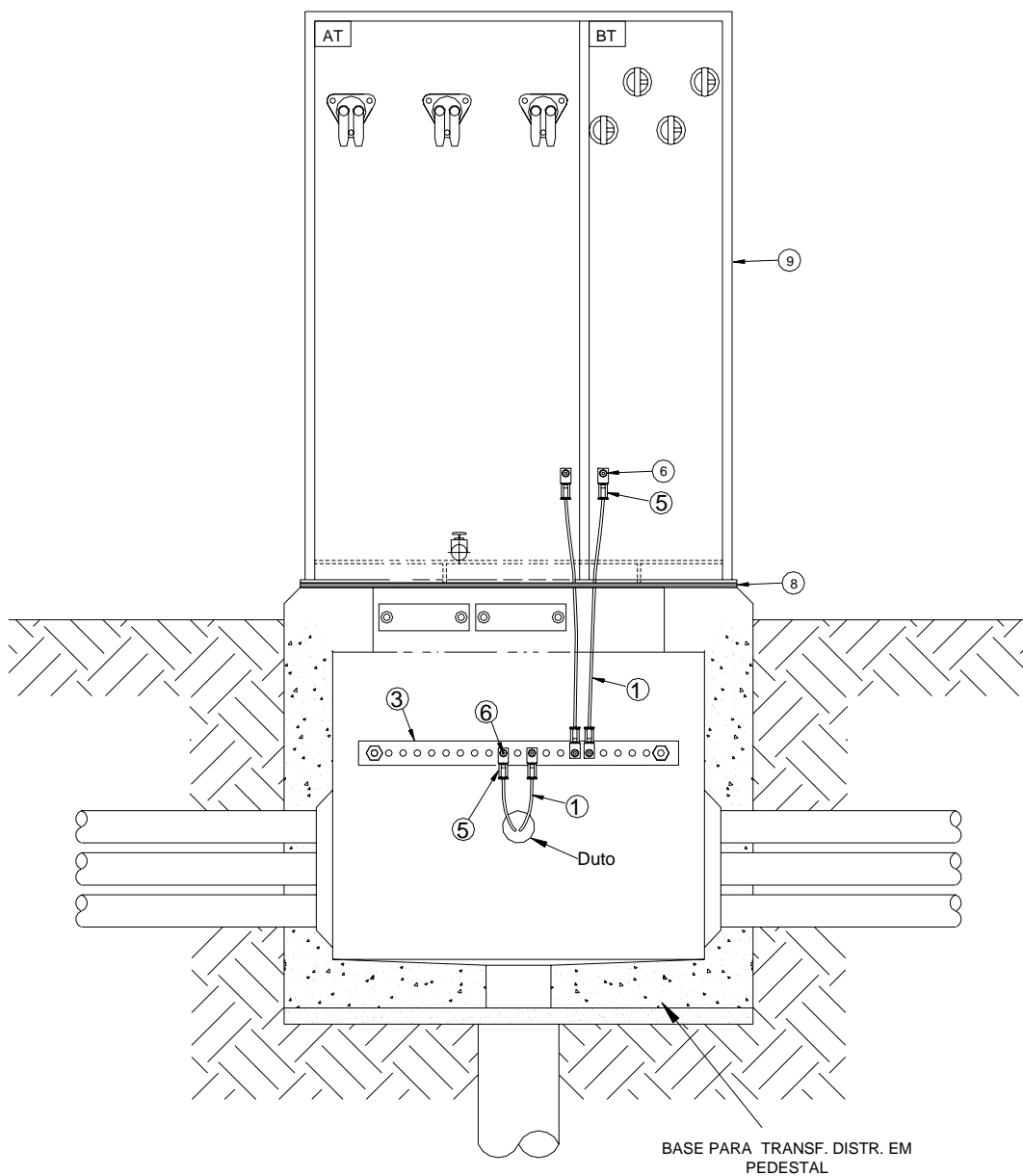
DESENHO 38
ATERRAMENTO DO TRANSFORMADOR EM
PEDESTAL



LEGENDA

- 01 - Cabo de cobre nú - 35 mm²
- 02 - Caixa de aterramento
- 03 - Barramento terra c/ 19 furos
- 04 - Haste de terra-aço-cobreado - 5/8" - 2400 mm
- 05 - Conector terminal de cobre - tamanho adequado
- 06 - Parafuso de aço de cabeça sextavada - M12X45mm tamanho adequado
- 07 - Conector parafuso fendido- estanhado-tamanho adequado
- 08 - Tapete de borracha p/ transformador em pedestal
- 09 - Transformador em pedestal
- 10 - Chumbador de expansão- M12 X 50 mm
- 11 - Prisioneiro de latão - M12 X 100 mm

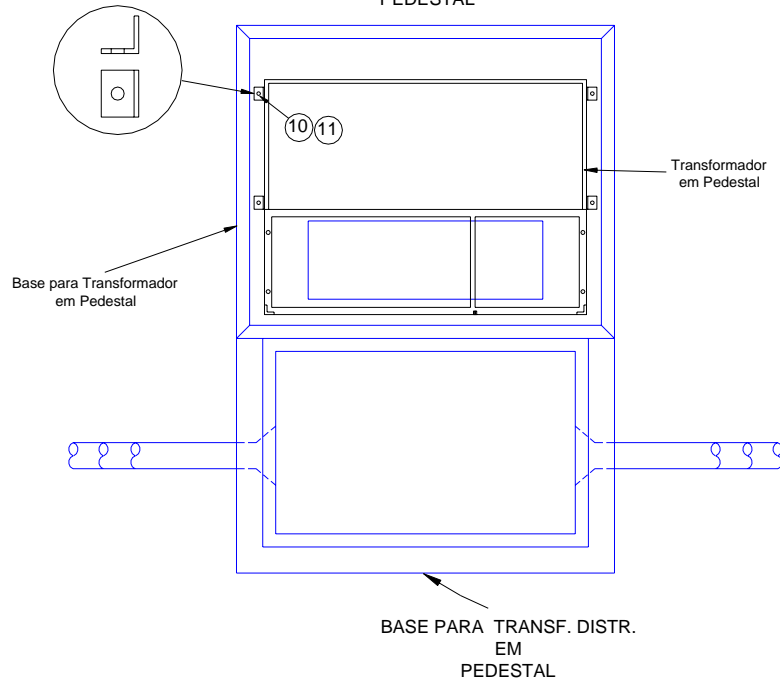
DESENHO 38-A
ATERRAMENTO DO TRANSFORMADOR
EM PEDESTAL



LEGENDA

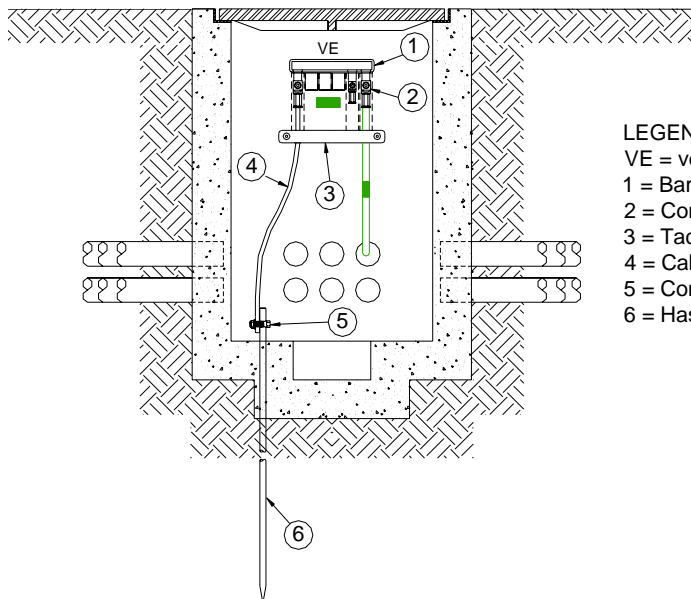
- 01 - Cabo de cobre isolado PVC - 750 V- bitola adequada
- 02 - Caixa de aterramento
- 03 - Barramento terra c/ 19 furos
- 04 - Haste de terra-aço-cobreado - 5/8" - 2400 mm
- 05 - Conector terminal de cobre - tamanho adequado
- 06 - Parafuso de aço de cabeça sextavada - M12X45mm tamanho adequado
- 07 - Conector parafuso fendido- estanhado-tamanho adequado
- 08 - Tapete de borracha p/ transformador em pedestal
- 09 - Transformador em pedestal
- 10 - Chumbador de expansão- M12 X 50 mm
- 11 - Prisioneiro de latão - M12 X 100 mm

DESENHO 39
FIXAÇÃO DO TRANSFORMADOR EM PEDESTAL



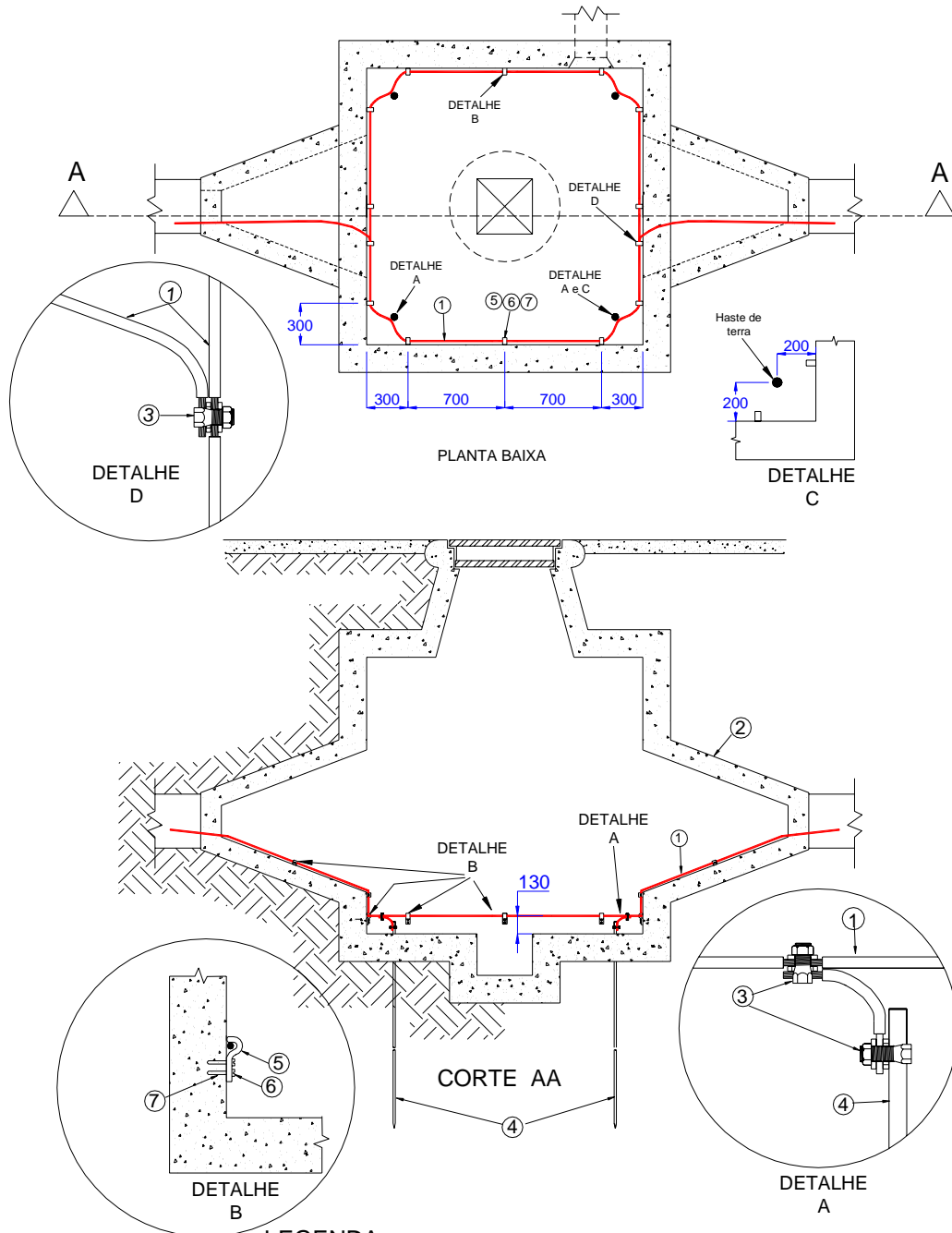
- LEGENDA
 10 - Chumbador de expansão- M12 X 50 mm
 11 - Prisioneiro de latão - M12 X 100 mm

DESENHO 40
ATERRAMENTO DO NEUTRO -
FIN DE BT



- LEGENDA
 VE = verde - neutro
 1 = Barramento Múltiplo Isolado- BMI
 2 = Conector do BMI
 3 = Taco de madeira
 4 = Cabo isolado-cobre-750 V - aterramento
 5 = Conector parafuso fendido
 6 = Haste de terra-aço-cobreado - 5/8" - 2400 mm mm

DESENHO 41
ANEL TERRA - CAIXA DE INSPEÇÃO CI-1

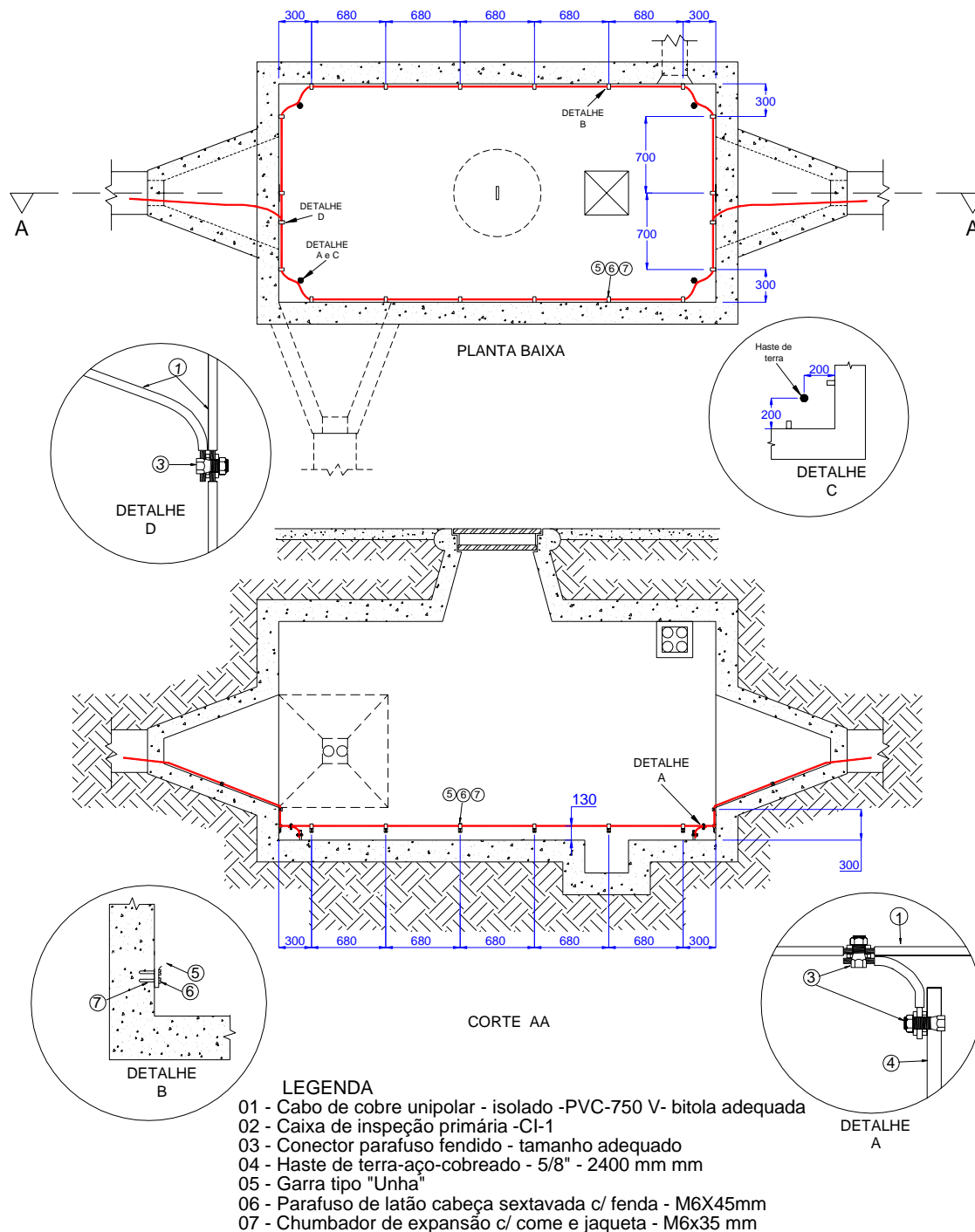


LEGENDA

- 01 - Cabo de cobre unipolar - isolado -PVC-750 V- bitola adequada
- 02 - Caixa de inspeção primária -CI-1
- 03 - Conector parafuso fendido - tamanho adequado
- 04 - Haste de terra-aço-cobreado - 5/8" - 2400 mm mm
- 05 - Garra tipo "Unha"
- 06 - Parafuso de latão cabeça sextavada c/ fenda - M6X45mm
- 07 - Chumbador de expansão c/ come e jaqueta - M6x35 mm

Dimensões: mm

DESENHO 42
ANEL TERRA - CAIXA DE INSPEÇÃO CI-2



8.5 – Redes mistas

8.5.1 - O empreendedor poderá optar pela implantação de uma rede de distribuição mista, constituída de circuitos de média tensão aéreos com rede compacta e cabos protegidos e transformadores em postes e circuitos de baixa tensão em rede subterrânea. Cada transformador deverá alimentar apenas um quadro de distribuição em pedestal – QDP.

8.5.2 - O circuito primário deverá estar de acordo com a Norma Técnica – NTD-RE-001 – Montagem de redes de distribuição compacta protegida – classe 15 kV, da CEMAT.

8.5.3 - Os circuitos secundários deverão ser conectados aos quadros de distribuição em pedestal – QDP. O aterramento do QDP deverá ser feito no sistema de aterramento do transformador e a distância máxima entre o transformador e o QDP deve ser de 3 m.

8.5.4 – Os transformadores deverão ser localizados internamente ao empreendimento, no entanto, poderão ficar externamente desde que seja feita uma derivação do circuito de AT existente e implantado um poste exclusivo para instalação do transformador, sendo tal trecho e equipamentos de responsabilidade do empreendedor.

8.5.5 – Os cabos de saída da BT do transformador deverão ser conectados diretamente nas buchas secundárias. Quando as buchas secundárias não forem adequadas para conectar os cabos deve-se acoplar um terminal bandeira para tal.

8.5.6 – Os circuitos secundários subterrâneos deverão ser derivados dos postes onde são instalados os transformadores – ver desenho 27.

8.5.7 – Os QDP's deverão ser localizados dentro do empreendimento a uma distância do poste do transformador não superior a 3 m e em local que permita acesso de caminhões. Nota: Distâncias maiores, de até 15 m, poderão ser solicitadas à Concessionária, que após análise, poderá ser liberada ou não.

8.5.8 – Os transformadores em postes devem ser trifásicos, nas potências de 75, 112,5 ou 150 kVA.

8.5.9 - Para defeitos nos circuitos secundários, os fusíveis NH instalados nos QDP's devem operar antes dos elos-fusíveis de proteção dos transformadores instalados em poste. Para que essa condição de coordenação seja obtida a corrente nominal do elo fusível deverá ser a mostrada na 19 seguir:

Tabela 19

Tensão primária de operação do transformador - (kV)	Potência nominal do transformador em pedestal – (kVA)					
	75		112,5		150	
	Fusíveis (A)					
	No QDP NH	No poste (Trafo)	No QDP NH	No poste (Trafo)	No QDP NH	No poste (Trafo)
13,8 e 11,4	125	5 H	250	6 K	315 (1)	10 K

(1) Limitação em função da capacidade de condução do cabo de Al – 185 mm² - na condição de fator de carga de 75%

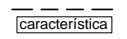
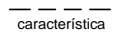
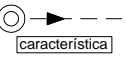
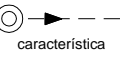
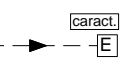

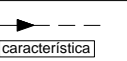

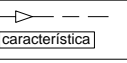
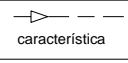
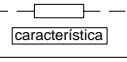
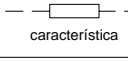
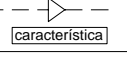
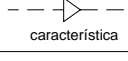
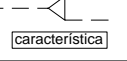
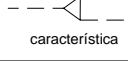

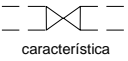
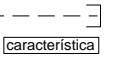
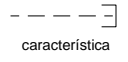
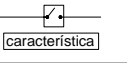
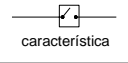
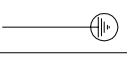


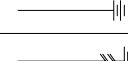

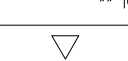

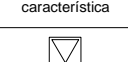
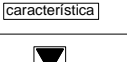
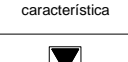
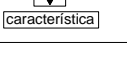
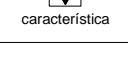
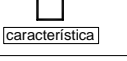
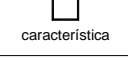

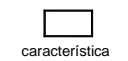
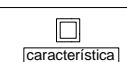
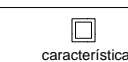
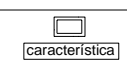
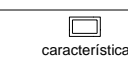
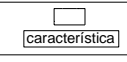
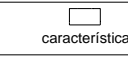
8.6 – Simbologia































A simbologia tem como objetivo uniformizar e padronizar os símbolos gráficos e a nomenclatura utilizadas nos projetos de redes subterrâneas, de modo a facilitar a compreensão, a análise, o orçamento e a execução das obras.

8.6.1 – Simbologia para as obras civis.

	PROJETADO	REALIZADO	DESCRIÇÃO
1			Poste de concreto - DT
2			Poste de concreto - circular
3			Caixa de Inspeção CI-1 - X1
4			Caixa de Inspeção CI-2 - X1
5			Caixa de Inspeção CI-1M - X1
6			Caixa de Inspeção CI-2M - X1
7			Caixa primária no poste - CP-1
8			Caixa secundária- CS-1- X2 - X3
9			Caixa interna do lote do consumidor - CS-2
10			Caixa de inspeção para aterramento -CA
11			Base para transformador em pedestal-BT- X4
12			Base para quadro de distribuição em pedestal-BQ-T- X5 - X6 - X7
13			Banco de dutos em PVC envelopado com concreto (PVC ou PEAD) DC(LxC)DN-P
14			Banco de dutos em PEAD diretamente enterrado - DE(LxC) X8 - X9
15			Administração - A - X10

8.6.2 – Simbologia para a rede elétrica primária e secundária.

	PROJETADO	REALIZADO	DESCRIÇÃO
1			Circuito primário X11 X12 X13 X14 (X15)
2			Consumidor com ramal de ligação primário subterrâneo
3			Consumidor especial com ramal de ligação primário subterrâneo
4			Terminal externo primário com mufla
5			Terminal interno primário com mufla
6			Emenda reta fixa para cabos de média tensão (XLPE/EPR)
7			Emenda desconectável reta para cabos de média tensão
8			Emenda desconectável de derivação simples para cabos de média tensão
9			Emenda desconectável de derivação dupla para cabos de média tensão
10			Fim de linha primária - FLP
11			Seccionamento de circuito primário
12			Aterramento
13			Pára-raios de distribuição
14			Pára-raios desconectável
15			Transformador aéreo da concessionária - TA X22 - X23 - X4
16			Transformador em pedestal da concessionária - TP X22 - X23 - X4
17			Transformador do consumidor - TC X22 - X23 - X4
18			Caixa de Inspeção CI-1 - X1
19			Caixa de Inspeção CI-2 - X1
20			Caixa de Inspeção CI-1M - X1
21			Caixa de Inspeção CI-2M - X1
22			Caixa de passagem secundária - CS - X2 - X3

	PROJETADO	REALIZADO	DESCRIÇÃO
23	 característica	 característica	Indicador de defeito - ID - X21
24	 característica	 característica	Chave faca tripolar com abertura em carga em poste
25	 característica	 característica	Circuito secundário - X16 X17 X18 X19 - (X20)
26	 caract.	 caract.	Ramal de entrada secundário X16 X17 X18 X19 - (X20)
27	 característica	 característica	Emenda reta fixa de baixa tensão
28	 característica	 característica	Emenda reta de derivação simples de baixa tensão
29	 característica	 característica	Emenda reta de derivação dupla de baixa tensão
30	 característica	 característica	Emenda de derivação em barramento múltiplo isolado
31	 característica	 característica	Quadro de distribuição em pedestal - Q-T X5 X6 - X7
32	 característica	 característica	Medição para ligação de administração
33	 característica	 característica	Relé fotoelétrico individual
34	 característica	 característica	Relé fotoelétrico de comando em grupo
35	 característica	 característica	Elemento a instalar
36	 característica	 característica	Elemento a retirar
37	 característica	 característica	Elemento a deslocar

8.6.3 – Nomenclatura - características de identificação

- Caixa de inspeção primária
X1 = nº da caixa de inspeção
- Caixa de passagem secundária
CS-1- X2 - X3

X2 = tipo da caixa
tipos

CS-1C = caixa de passagem secundária de 1.070 x 520 x 1000 mm com tampão de concreto – sem aterramento;

CS-1F = caixa de passagem secundária de 1.070 x 520 x 1000 mm com tampão de ferro – sem aterramento;

CS-1CA = caixa de passagem secundária de 1.070 x 520 x 1000 mm com tampão de concreto – com aterramento;

- CS-1FA = caixa de passagem secundária de 1.070 x 520 x 1000 mm com tampão de ferro – com aterramento;

X3 = nº da caixa secundária

- Base de concreto para transformador em pedestal = X4
BT- X4

- Base para quadro de distribuição em pedestal

BQ-T-X5 X6 - X7

X5 = 0 (quadro de distribuição tipo 0 – largura de 590 mm)

X6 = 1 (quadro de distribuição tipo 1 – largura de 785 mm)

X7 = nº da base do QDP

- Eletrodutos

X8 = diâmetro nominal do duto

X9 = profundidade de instalação do duto

DC = Banco de dutos envelopados com concreto;

(LxC) = formação do banco, C = coluna (qtde de colunas); L = Linha (qtde de linhas);

DE = Banco de dutos diretamente enterrados;

DN = Diâmetro nominal dos dutos

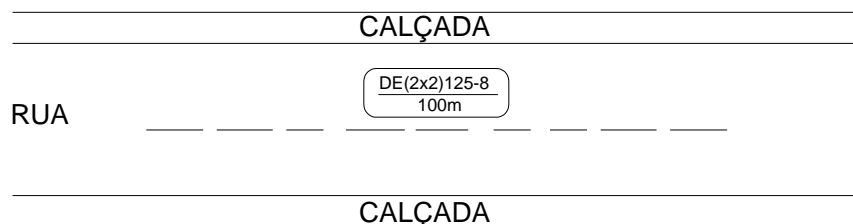
P = profundidade:

6 = 60 cm – na calçada

8 = 80 cm – no leito carroçável

Lm = comprimento do lance - metros (distância entre caixas de passagem)

Exemplo: Banco de dutos de 125 mm de diâmetro, diretamente enterrado, com 4 dutos no leito carroçável (rua), a uma profundidade de 80 cm



- Cabos condutores – Rede primária

X11 X12 X13 X14 (X15)

Classe de tensão:

X11 = Q - para 8,7/15 kV:

X11 = V - para 15/25 kV

Seção do cabo:

X12, em mm²

Material do cabo:

X13 = A (alumínio)

Formação do cabo:

X14 = U, para 3 cabos unipolares

X14 = T, para cabos triplexados.

X15 = seção do cabo de aterramento – mm²

Exemplo: Cabo primário de 8,7/15 kV – bitola 35 mm², unipolar de alumínio

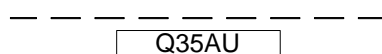


Tabela 20

Cabos da rede primária	
LEGENDA	DESCRIÇÃO
Q35AT	Cabo 3x1x35 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q35AU	Cabo - 35 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q70AT	Cabo 3x1x70 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q70AU	Cabo - 70 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q150AT	Cabo 3x1x150 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q150AU	Cabo - 150 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q240AT	Cabo 3x1x240 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q240AU	Cabo - 240 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q400AT	Cabo 3x1x400 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV
Q400AU	Cabo - 400 mm ² , Alumínio – XLPE/EPR – 8,7/15 kV

- Cabos condutores – Rede secundária

X16 X17 X18 X19 - (X20)

Classe de tensão:

X16 = B - para 0,6/ 1,0 kV:

Seção do cabo:

X17 , em mm²

Material do cabo:

X18 = A (alumínio)

Formação do cabo:

X19 = U, para 4 cabos unipolares

X19 = Q, para cabos quadriplexados.

(X20) = seção do cabo neutro – mm²

Exemplo: Cabo de baixa tensão – 0,6/1,0 kV – alumínio unipolar- fase bitola 70 mm² - bitola neutro 70 mm²

B70AU(70)

Tabela 21

Cabos da rede secundária	
LEGENDA	DESCRIÇÃO
B70AU(70)	Cabo de alumínio- unipolar –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –70 mm ² , bitola neutro – 70 mm ²
B120AU(120)	Cabo de alumínio- unipolar –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –120 mm ² , bitola neutro – 120 mm ²
B185AU(185)	Cabo de alumínio- unipolar –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –185 mm ² , bitola neutro – 185 mm ²
B35AQ(35)	Cabo de alumínio- quadriplex –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –35 mm ² , bitola neutro – 35 mm ²
B70AQ(70)	Cabo de alumínio- quadriplex –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –70 mm ² , bitola neutro – 70 mm ²
B120AQ(120)	Cabo de alumínio- quadriplex –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –120 mm ² , bitola neutro – 120 mm ²
B185AQ(185)	Cabo de alumínio- quadriplex –0,6/1,0 kV – XLPE/EPR - bitola fases –185 mm ² , bitola neutro – 185 mm ²

- Ramal de entrada secundário

X16 X17 X18 X19 - (X20)

Classe de tensão:

X16 = B - para 0,6/ 1,0 kV:

Seção do cabo:

X17 , em mm²

Material do cabo:

X18 = C (Cobre)

Formação do cabo:

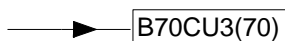
X19 = U2, para 2 cabos unipolares

X19 = U3, para 3 cabos unipolares.

X19 = Q, para cabos quadriplexados

(X20) = seção do cabo neutro – mm²

Exemplo: Ramal com cabo – 0,6/1,0 kV – cobre- 3 cabos unipolares- fases bitola 70 mm² - neutro bitola 70 mm²



- Terminal externo primário com mufla

TE - - -

Classe de tensão:

X11 = Q - para 8,7/15 kV:

X11 = V - para 15/25 kV

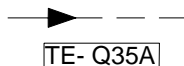
Seção do cabo:

X12 , em mm²

Material :

X13 = A (alumínio)

Exemplo: Terminal externo primário de 8,7/15 kV –para cabo de alumínio bitola 35 mm²



- Emendas para cabos de média tensão

EF - - -

Classe de tensão:

X11 = Q - para 8,7/15 kV:

X11 = V - para 15/25 kV

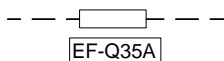
Seção do cabo:

X12 , em mm²

Material :

X13 = A (alumínio)

Exemplo: Emenda reta fixa - 8,7/15 kV –para cabo de alumínio XLPE/EPR - bitola 35 mm²



- Emendas para cabos de baixa tensão

EF - - -

Classe de tensão:

X11 = B - 0,6/1,0 kV:

Seção do cabo:

X12 , em mm²

Material :

X13 = A (alumínio)

Exemplo: Emenda reta fixa de baixa tensão- 0,6/1,0 kV –para cabo de alumínio XLPE/EPR - bitola 70 mm²



- Transformador

X22 - X23 - X4

Classe de tensão:

X22 = Q - para 8,7/15 kV:

X22 = V - para 15/25 kV

Seção do cabo:

X23 , potência do transformador (75, 112,5, 150 kVA)

Material :

X4 = nº de identificação

Exemplo: Transformador em pedestal da concessionária – classe 15 kV- 75 kVA, nº de identificação 57



- Quadro de distribuição em pedestal

Q-T X5 X6 X7

X5 = 0 (quadro de distribuição tipo 0 – largura de 590 mm)

X6 = 1 (quadro de distribuição tipo 1 – largura de 785 mm)

X7 = nº da base do QDP

7. ELABORAÇÃO

Equipe de Trabalho – Engenharia Corporativa Coordenação de Normatização Técnica | Rede Energia

Roberto Oishi Jesus
REDE - REDE SUL-SUDESTE

Raul Szczypior
CEMAT

Dário Parente
CELPA

Claudinei Crepaldi
CELTINS

Alberto Jorge P Silveira
ENERSUL

9. APROVAÇÃO

Clécio José Ramalho
Diretor de Engenharia
Diretoria Corporativa

Flávio Decat
Vice-presidente Corporativo de Distribuição
Diretoria Corporativa